



**PUESTA EN MARCHA DE UNA PLANTA PROCESADORA
DE ALIMENTO CONCENTRADO PARA PECES
EN MARIA LABAJA (BOLIVAR)**

**RUBY MARCELA ARVILLA HERRERA
GERARDO RAFAEL MENDOZA RONDON**

**Memoria de grado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero Pesquero**

**Presidente
HERNANDO RESTREPO LINERO
Ingeniero Pesquero**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA PESQUERA
SANTA MARTA, D.T.C. e H.**

1995


Tes.
926-I.P.
A795p
IP 00077

119453

NOTA DE ACEPTACION

Presidente
HERNANDO RESTREPO LINERO
Ingeniero Pesquero

Jurado
ARMANDO LACERA RUA
Msc. Tecnología de Alimentos



Jurado
AROLDO DAZA ROMERO
Ingeniero Pesquero

AGRADECIMIENTOS

El Presidente y los Autores hacen un reconocimiento especial a todas aquellas personas y entidades, que de una u otra forma, intervinieron en la realización de este trabajo, ellos son:

ALARCON PEÑA IRIS, Estudiante de Grado de Ingeniería Pesquera.

ARVILLA HERRERA DORIS, Estudiante de Ingeniería de Sistemas.

ARVILLA HERRERA MANUELA, Ingeniera Pesquera.

ARVILLA HERRERA MARTHA, Licenciada en Biología y Química.

ASOCIACION DE PESCADORES DE MAHATES.

BARBOSA ALFREDO, Ingeniero Pesquero.

BERNAL R. NERY.

BERRIO DONALDO, Subdirector Corporación CEDI.

BOZON FRANCISCO, Estudiante de Grado de Biología y Química.

CABALLERO MONTES ELIS.

CABRERA EDUARDO, Ingeniero Pesquero.

CARREÑO MONTOYA OMAR JOSE, Ingeniero Pesquero.

CARRERA VALENCIA RAUL, Estudiante de Ingeniería de Sistemas.

COMITE DE PESCADORES DE PUERTO SANTANDER.

CORPORACION FONDO DE APOYO DE EMPRESAS ASOCIATIVAS
"CORFAS".

CUADRO GUZMAN EFRAIN, Director CORFAS-Regional Noroccidental.

CHAPARRO NICOLAS, Profesor Universidad del Magdalena.

DAVILA MILLAN CARMEN, Ingeniera Pesquera.

DAZA ROMERO AROLDO, Ingeniero Pesquero.

DIAZ AMPARO, Estudiante de Grado de Ingeniería Pesquera.

EMPRESA ASOCIATIVA DE TRABAJO "PROYECTAR".

ESLAVA E. PEDRO, Director Planta Piloto Pesquera de Taganga-UNIMAG.

ESPELETA MAYA ALVARO EMIRO, Decano Facultad de ingeniería-
UNIMAG.

FAMILIA DE LA ROSA PEREZ.

FAMILIA ZAGARRA ESCORCIA.

GONZALEZ RAFAEL, Director CORPADEC-Santa Marta.

HERRERA OROZCO VICTORIA, Secretaria Ejecutiva.

HIBBERT F. MAXIMILIANO.

LACERA PADILLA EDWIN, Estudiante de Grado Ingeniería Pesquera.

LACERA RUA ARMANDO, Profesor Universidad del Magdalena.

LINERO CAROLINA, Secretaria Programa Ingeniería pesquera UNIMAG

LORA ROBERTO, Director Biblioteca Corporación Tecnológica de Bolívar.

MANJARREZ M. LUIS, Ingeniero Pesquero.

MANJARREZ OJEDA ELIESITH, Secretaria Ejecutiva.

MENDOZA BRITO LIZANDRO.

MIRANDA MORALES LUIS ALBERTO, Estudiante de Grado Ingeniería
Pesquera.

NIETO ALVARADO LUIS, Ingeniero Pesquero.

OLAYA NIETO CHARLES WILLIAM, Ingeniero Pesquero.

PAVA MEYER LINA, Ingeniera de Sistemas.

PEREZ MONTES EDGAR, Jefe Audiovisuales UNIMMAG.

PROGRAMA DE INGENIERIA PESQUERA

RESTREPO LINERO HERNANDO ENRIQUE, Ingeniero Pesquero.

ROBLEDO RODRIGUEZ MONICA, Estudiante de Grado Ingeniería Pesquera.

RONDON BERNAL DALIA MARINA.

RONDON SALTAREN ANA.

SILVA MAGALI, Secretaria Programa Ingeniería Pesquera.

TORRES PALACIO EMPERATRIZ, Licenciada en Lenguas Modernas.

UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA

VIVES ALARCON MARTA LIGIA, Comunicadora Social.

YANEZ PEÑA ARNOLFO, Estudiante de Grado Ingeniería Pesquera.

ZAMBRANO ACISCLO RICHARD, Ingeniero Pesquero.

ZAMORA DEL PRADO MARIA, Estudiante de Grado Ingeniería Pesquera.

ZUÑIGA E. RAFAEL JOAQUIN.

DEDICO A:

Mi madre, Elvia, quien se dedicó en cuerpo y alma a hacer de sus hijos personas de bien.

Mi padre, Luis Enrique.

Mis hermanos: Martha, Doris, Manuela, Enrique y Gina.

La memoria de mi hermana Aracelly (q.e.p.d.).

Mis sobrinos: Robinsito, Lil Martha, Elvia Judith y Carlitos.

Mi ahijado Luis David

Mi tia Juana María.

Mi novio Luis Alberto

Mis amigos: Mary, Iris, Ligia, Monica, Marta, Lida, Elsa, Amalvis, Amolfo, Gerardo, Edgardo, Wilfri, Belkys, María Patricia, Gloria, Teresa, María De Lourdes y aquellos que algún día consideré mis amigos.

Mis profesores.

El Programa de Ingeniería Pesquera.

A todos ellos porque los llevo en mi corazón.

RUBYMAR

DEDICATORIA

La voluntad, las ganas de superación y el desespero por seguir adelante me llevaron a un punto crítico de mi existencia. Pero un día como hoy queda atrás y sólo Dios me dió la fuerza para seguir luchando por uno de esos caminos difíciles que transitamos.

Señor tú eres el único testigo que tengo

Hoy cuando he alcanzado un propósito dispuesto en éstos caminos de la vida, es muy difícil expresarle a aquellas personas que dispusieron de tiempo, paciencia y comprensión cuan agradecido estamos.

Hoy cuando se alcanza esa meta, mi recuerdo es sólo para aquellos que vieron y creyeron en mí andar, el cual es comparado con esa semilla que luego de regar con poca agua, florece dando frutos.

Una hermana, un hermano, el amor de mi vida...

Para ustedes mi logro.

La hermana, que muy a pesar de estar lejos de mí, siempre ha permanecido en mi corazón, Yumalis.

Un hermano, del que he recibido apoyo, comprensión y hermandad, que siempre a estado en los momentos difíciles presto a ayudarme, Lizandro.

La incógnita de mis días, las comas de mi futuro y si Dios quiere el punto final de mi existencia, Marta.

A el inolvidable Programa de Ingeniería Pesquera.

A la Universidad del Magdalena.

GERARDO

RESUMEN

La presente investigación se realizó en los municipios de María Labaja y Mahates (Departamento de Bolívar), durante los meses de enero a julio de 1995.

Este trabajo consistió, principalmente en la puesta en funcionamiento de la Planta Procesadora de Alimento Concentrado para cultivar peces.

La Planta presentó una capacidad de producción de 115 ton/año, la cual logra abastecer los requerimientos de alimento del cultivo de Tilapia Roja (Oreochromis sp) en Puerto Santander (Municipio de María Labaja) y zonas aledañas.

Se elaboraron dos dietas con contenidos proteicos de 30,12 g/100g para la dieta uno (D1) y 27 g/100g para la dieta dos (D2), con base en las necesidades alimenticias de la Tilapia Roja (Oreochromis sp) que se cultiva en la región, a partir de harinas de sangre, pescado y carne, y de productos y subproductos agrícolas de la zona. Además, se utilizó una dieta control con un contenido de proteína de 24 g/100g, elaborada y comercializada por Purina S. A.

Se evaluaron las dietas en las ciénagas de María Labaja (municipio de María Labaja) y El Zarzal (municipio de Mahates) en jaulas experimentales, con Tilapia Roja (*Oreochromis* sp) de peso promedio inicial de 10g, utilizando una densidad de siembra de 150 peces/m³.

Se proporcionó alimento con base en la biomasa total, suministrando el 5% en el primer mes, el 4% en el segundo, el 3% en el tercero y el 2% en el cuarto mes. Se realizaron biometrias quincenalmente a una muestra al azar del 10% del total de peces por jaulas, obteniendo pesos promedios en g/día en María Labaja de 1,983, 1,773 y 1,733, para las dietas uno (D1), dos (D2) y control (DC), respectivamente; y en Mahates de 1,925, 1,800 y 1,800, para las dietas uno (D1), dos (D2) y control (DC), respectivamente.

Los Factores de Conversión Alimenticia (F.C.A), obtenidos en María Labaja fueron de 1,119, para los peces alimentados con la dieta uno (D1); 1,155, para los peces alimentados con la dieta dos (D2) y 1,149, para los peces alimentados con la dieta control (DC). En Mahates se obtuvieron Factores de Conversión Alimenticia (F.C.A) de 1,143, 1,271 y 1,163, para las dietas uno (D1), dos (D2) y control (DC), respectivamente.

Las dietas elaboradas presentaron un costo de producción por kilogramo de \$316 para la dieta uno (D1), \$306 para la dieta dos (D2), los cuales se encontraron por debajo del precio de venta de la dieta control (DC), el cual es de \$455/kg.

SUMARY

This research was done in the municipalities of María Labaja and Mahates, in the Colombian State of Bolívar, between January and July, 1995.

The work consisted of the installation of a Processing Plant for concentrated fish food.

The Plant has a 115 ton/year production capability, which reaches to supply the food requirements for Tilapia Red (*Oreochromis* sp) cultures in Puerto Santander (Municipality of María Labaja) and arounds.

Two formulae were produced, the first of them had a protein content of 30,12 g/100g and the second one 27 g/100g, using blood, meat and fish materials as well as products and sub-products of the local agriculture. The control diet was commercial fish food produced by the Purina Company (protein 24 g/100g).

The two formulae here tested in the lakes of María Labaja (Municipality of María Labaja) and Zarzal (Municipality of Mahates) with fish having an initial average

weight of 10 g and at a density of 150 fish/m³.

The food was given according to the total biomass, as follows: first month 5%, second month 4%, third month 3% and fourth month 2%.

Biometric analyses were done every two weeks, using samples of 10% of the biomass, which resulted in growth rates in María Labaja of 1,983 g/day for formula one; 1,773 g/day for formula 2, and 1,733 g/day for the control. In Mahates, the rates were: 1,925 g/day for formula one; 1,800 for formula 2, and 1,800 for the control.

The food conversion factors in María Labaja were: 1,119 for formula one; 1,155 for formula 2, and 1,149 for the control. In Mahates, 1,143 for formula one; 1,271 for formula 2, and 1,163 for the control.

The cost of the prepared food production was: \$316 pesos/Kg for formula one, and \$306 pesos/Kg for formula 2. These value were lower than the sales price of the control formula, which was \$455 pesos/Kg.

TABLA DE CONTENIDO

	Pag
1. INTRODUCCION	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2 ANTECEDENTES	2
1.3 JUSTIFICACION	6
1.4 OBJETIVOS	7
1.4.1 Objetivo General	7
1.4.2 Objetivos Especificos	7
2. MARCO TEORICO CONCEPTUAL	9
2.1 LOCALIZACION Y DISTRIBUCION DE PLANTA	9
2.2 DIETAS EXPERIMENTALES	11
2.3 CARACTERISTICAS DE LA ESPECIE	14
2.3.1 Clasificación taxonómica	16
2.3.2 Características sexuales y reproducción	16
2.3.3 Alimentación y requerimientos nutritivos	17
3. DISEÑO METODOLOGICO	24
3.1 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	24
3.1.1 Municipio de María Labaja	24
3.1.2 Municipio de Mahates	27
3.2 SELECCION Y MEDICION DE LAS VARIABLES DE ANALISIS	29
3.3 TIEMPO O DURACION DEL ESTUDIO	30
3.4 FORMA DE OBSERVAR LA POBLACION	30
3.4.1 Descripción de la Planta	31
3.4.2 Elaboración de las dietas	31
3.4.2.1 La Formulación	31
3.4.2.2 La Fabricación	33
3.5 EVALUACION DEL CONCENTRADO	37
3.5.1 Construcción de Jaulas	37
3.5.2 Transporte de alevinos	40
3.5.3 Adaptación	40
3.5.4 Siembra	41
3.5.5 Alimentación	41
3.5.6 Biometría	42

	Pag
3.5.7 Análisis Físico-Químico del agua	42
3.5.8 Análisis de Plancton	42
3.5.9 Mantenimiento de Jaulas	42
3.6 CALCULOS MATEMATICOS Y ESTADISTICOS	43
3.6.1 Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A)	43
3.6.2 Significancia estadística	43
3.6.3 Regresión Potencial: relación Longitud-Peso	44
3.7 COSTOS DE PRODUCCION	44
3.8 CAPACITACION	44
4. RESULTADOS	46
4.1 PLANTA DE PROCESO	46
4.2 ELABORACION DE DIETAS	47
4.3 EVALUACION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES	55
4.3.1 Jaulas Experimentales	55
4.3.2 Mortalidad	55
4.3.3 Análisis Físico-Químico del agua	56
4.3.3.1 Oxígeno	57
4.3.3.2 pH	57
4.3.3.3 Temperatura	60
4.3.3.4 Nitrito y Amonio	60
4.3.3.5 Dureza Total	61
4.3.3.6 Determinación de Plancton por Visibilidad	62
4.4 FACTOR DE CONVERSION ALIMENTICIA	62
4.4.1 María Labaja	62
4.4.2 Mahates	67
4.5 SIGNIFICANCIA Y RELACION LONGITUD-PESO	72
4.6 COSTOS DE PRODUCCION	88
4.7 CAPACITACION	92
5. CONCLUSIONES	94
6. RECOMENDACIONES	97
BIBLIOGRAFIA	99
ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

	Pag
TABLA 1. Rendimiento de maquinaria y materia prima durante la fabricación de alimento peletizado	48
TABLA 2. Contenido bromatológico y restricciones de materia prima	49
TABLA 3. Distribución porcentual de materiales alimenticios en las dietas peletizadas	50
TABLA 4. Análisis bromatológico y microbiológico en las dietas experimentales	52
TABLA 5. Requerimientos microbiológicos exigidos para los pescados y productos derivados (Norma ICONTEC 646)	54
TABLA 6. Análisis físico-químico del agua de la ciénaga de María Labaja (mzo-jul/95)	58
TABLA 7. Análisis físico-químico del agua de la ciénaga El Zarzal (mzo-jul/95)	59
TABLA 8. Valores de Factor de Conversión Alimenticia FCA (g/g) para cada grupo de peces alimentados con D1, D2 y DC (Municipio de María Labaja)	63
TABLA 9. Valores de Factor de Conversión Alimenticia FCA (g/g) para cada grupo de peces alimentados con D1, D2 y DC (Municipio de Mahates)	68
TABLA 10. Longitud y peso promedio del cultivo de Tilapia Roja (Municipio de María Labaja)	73

	Pag
TABLA 11. Longitud y peso promedio del cultivo de Tilapia Roja (Municipio de Mahates)	74
TABLA 12. Insumos y otros aspectos relacionados con el costo de producción de las dietas experimentales	89
TABLA 13. Costos de producción de las dietas experimentales D1, D2 (\$/Kg)	90

LISTA DE FIGURAS

	Pag
FIGURA 1. Municipio de María Labaja	25
FIGURA 2. Municipio de Mahates	28
FIGURA 3. Plano de la Planta Procesadora de Alimento Concentrado	32
FIGURA 5. Secador Artesanal	36
FIGURA 6. Jaula Flotante	38
FIGURA 7. Módulo Flotante	39
FIGURA 8. Relación FCA-Tiempo de cultivo de Tilapia Roja (María Labaja)	65
FIGURA 9. Relación FCA-Peso de cultivo de Tilapia Roja (María Labaja)	66
FIGURA 10. Relación FCA-Tiempo de cultivo de Tilapia Roja (Mahates)	69
FIGURA 11. Relación FCA-Peso de cultivo de Tilapia Roja (Mahates)	70
FIGURA 12. Curva de crecimiento (Longitud) de cultivo de Tilapia Roja (María Labaja)	76
FIGURA 13. Curva de crecimiento (Peso) de cultivo de Tilapia Roja (María Labaja)	78
FIGURA 14. Curva de crecimiento (Longitud) de cultivo de Tilapia Roja (Mahates)	80

	Pag
FIGURA 15. Curva de crecimiento (Peso) de cultivo de Tilapia Roja (Mahates)	81
FIGURA 16. Relación Longitud-Peso del cultivo de Tilapia Roja (María Labaja)	84
FIGURA 17. Relación Longitud-Peso del cultivo de Tilapia Roja (Mahates)	85
FIGURA 18. Comparación de los costos de producción de las dietas D1 y D2	93

1. INTRODUCCION

La presente investigación, consistente en la "Puesta en Marcha de Una Planta Procesadora de Alimento Concentrado Para Peces en María Labaja (Bolívar)", se constituyó en respuesta a una necesidad sentida y exigida por la comunidad de pescadores del mencionado municipio.

El proceso seguido para la investigación abarca, principalmente, la elaboración de dos dietas experimentales, su evaluación nutricional y la determinación de sus costos de producción, así como la capacitación de los pescadores respecto al funcionamiento de la Planta y elaboración del peletizado.

Con la Puesta en Marcha de la Planta Procesadora de Alimento Concentrado se busca disminuir el costo de alimentación de la Tilapia Roja (Oreochromis sp) que cultiva el Comité de Pescadores de Puerto Santander en el Municipio de María Labaja (Departamento de Bolívar).

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La piscicultura, como las demás actividades relacionadas con el aprovechamiento de los recursos vivos, tiene en la alimentación una limitante que incide en los rendimientos económicos. Todas las personas e industrias dedicadas al cultivo de especies animales buscan hacer mas eficaz y menos costosa la alimentación con el objeto de disminuir los gastos y aumentar la producción.

El alto costo de producción de la Tilapia Roja (Oreochromis sp) que cultiva el Comité de Pescadores de Puerto Santander, en Maria Labaja (Departamento de Bolívar), causado principalmente por los elevados costos del alimento peletizado que ofrece el comercio, ha ocasionado una disminución en los márgenes de rentabilidad, lo que ha conllevado a una baja en los ingresos familiares y en consecuencia en la calidad de vida de estos pescadores.

1.2 ANTECEDENTES

Desde 1987, el Comité de Pescadores de Puerto Santander (Maria Labaja, Departamento de Bolívar) viene realizando, bajo la asesoría de la Corporación Fondo de Apoyo de Empresas Asociativas, CORFAS, el cultivo de la especie Sarotherodon niloticus (Mojarra Plateada) en 18 jaulas flotantes.

Estos cultivos han presentado bajo impacto económico a nivel familiar, razón por la cual, en 1991, Avila y Guillot realizaron un cultivo intensivo experimental en jaulas flotantes utilizando tres dietas experimentales (14, 20 y 35 % de proteína, respectivamente). Esta investigación arrojó resultados óptimos de rentabilidad y crecimiento, dando pautas para la ampliación del programa a nivel regional.

En Colombia se han realizado muchas investigaciones para abaratar el costo de las dietas y mejorar el crecimiento de algunas especies. Bornacelli y Tapias, en 1986, engordaron Cachamas (Colossoma macropomum) en estanques, alimentando con cuatro dietas elaboradas a partir de productos y desechos agrícolas, obteniendo buenos resultados en cuanto a peso de los animales, con promedio de 66,6 g en 30 días.

Contreras, en 1982, cultivó O. niloticus hembra en jaulas con tres tratamientos alimenticios, por medio del cual concluyó que el cultivo en jaulas con base en la oferta de alimento natural no favorecía el crecimiento de esta especie.

Fadul Meyer, en 1982, observó el crecimiento de O. niloticus en jaulas flotantes, en estanques de tierra abonados con tres densidades de siembra (150, 300 y 450 peces/m³, respectivamente), obteniendo mejores resultados con la menor densidad.

Arvilla y otros, en 1988, cultivaron en jaula Mojarra Lora (O. niloticus) e híbrido de Mojarra (O. hornorum macho X O. niloticus hembra) en jagüey en el municipio de

Aracataca, Magdalena, utilizando cuatro densidades de siembra (50, 75, 100 y 125 peces/m³, respectivamente), a través del cual concluyeron que desde el punto de vista económico y nutricional resulta más ventajoso sembrar más de 100 peces/m³.

Lozano, en 1984, cultivó Sarotherodon niloticus monosexo (machos) en jaulas flotantes, utilizando densidades de 50, 100 y 200 peces/m³, respectivamente, y alimentando con peletizado (proteína 21%, grasa 2,5% y fibra cruda 4,5%), logrando en 119 días un peso de 144,2 g (con densidad de 50 peces/m³); 151,5 g (con densidad de 100 peces/m³) y 146,55g (con densidad de 200 peces/m³).

Botero y Ramírez, en 1985, investigaron sobre la respuesta de rendimiento de S. niloticus, bajo dieta enriquecida con harinas de algunas especies de macroalgas del Caribe Colombiano; para lo cual formularon dietas de Purina engordina (con 20% de proteína) y de Purina + algas (con 25% de proteína). Los resultados obtenidos, en 135 días, fueron: 84,09 g (con la dieta del 20% de proteína) y 99,92 g (con la dieta del 25 % de proteína).

Arias y otros, en 1989, trabajaron sobre el cultivo intensivo de Mojara Lora (O. niloticus) a diferentes densidades de siembra (240, 320 y 400 peces/m³, respectivamente) obteniendo mejores resultados con la menor densidad.

Downs, en 1990, investigó sobre el estado actual de Tilapia Roja (*Oreochromis sp*) y experimentos de engorde en la región de San Isidro, Sector la Liza, finca El Carmen, alimentando con concentrado Purina finalina, 20 % de proteína, y otro concentrado preparado a base de harina de pescado, con 63,76% de proteína.

Ovalle y Barbosa, en 1993, realizaron una investigación sobre la adaptación de la Tilapia Roja (*Oreochromis sp*) en la Ciénaga Grande de Santa Marta, en corral, utilizando una densidad de 100 peces/m³ y alimentando con Purina Mojarra 24 y concentrado doméstico (44% de proteína) a base de desecho de camarón, y pulpa de guineo como fuente de carbohidratos (con 3,77% de proteína), obteniendo un balance de 12,20% de proteína y 4,50% de grasa. Los resultados mostraron incrementos en peso entre 65,19 y 88,98 g con la dieta del 24% de proteína y 57,38 g y 62,38 g con la dieta del 12,20% de proteína, a los 77 días del cultivo.

Zapata y Boffuzzi, en 1994, cultivaron Tilapia Roja monosexo en jaulas flotantes en agua salobre, bajo cuatro densidades de siembra (50, 100, 150 y 225 peces/m³, respectivamente) y dos tratamientos alimenticios (19% y 24% de proteína, respectivamente) en Ciénaga Honda (Isla Barú). Los mejores resultados en los tratamientos se obtuvieron con la dieta del 24% de proteína, presentando un rango entre 381,90 y 417,08 g a los 140 días de la fase de engorde. El mejor Factor de Conversión Alimenticia se determinó con la densidad de 150 ind./m³.

1.3 JUSTIFICACION

Uno de los principales medios de ayuda que existen para aumentar la producción es la alimentación artificial. El éxito del cultivo depende en gran medida del alimento suministrado, que representa el aspecto más importante en cuanto a disponibilidad y costo.

En el cultivo de Tilapia Roja, Oreochromis sp, la alimentación artificial llega a ser la base exclusiva de la nutrición del pez y su práctica más o menos extendida es, ante todo, cuestión de rentabilidad.

La Asociación de pescadores de Puerto Santander, en el municipio de María Labaja, para adquirir el alimento concentrado, debe desplazarse hacia la distribuidora localizada en la capital del departamento, Cartagena. Debido a la poca cantidad requerida no la pueden comprar directamente a la industria, lo cual se traduce en un incremento de los costos del alimento y, por consiguiente, en la producción pesquera.

La Puesta en Marcha de la Planta Procesadora de Alimento para Peces en María Labaja, se justifica debido a la necesidad que tienen los pescadores de la región de disminuir el costo de producción del peletizado e indirectamente el costo de producción del cultivo.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General. Poner en funcionamiento una Planta Procesadora de Alimento Concentrado para cultivar peces, en el municipio de María Labaja (Departamento de Bolívar).

1.4.2 Objetivos Específicos.

-Elaborar dos dietas alimenticias para peces, a partir de harinas de sangre, carne y pescado, y de productos y subproductos agrícolas del Municipio de María Labaja (Departamento de Bolívar).

-Realizar análisis bromatológico, microbiológico y físico (flotabilidad) en las dos dietas alimenticias.

-Evaluar nutricionalmente las dos dietas alimenticias a través del cultivo de Tilapia Roja (*Oreochromis* sp), en las Ciénagas de María Labaja, ubicada en el municipio de su mismo nombre, y de El Zarzal, ubicada en el municipio de Mahates, determinando curvas de crecimiento, factor de conversión alimenticia y relación peso-longitud.

-Determinar estadísticamente cuál de las dietas es la mejor, desde el punto de vista costo-nutrición.

-Determinar el costo preliminar de producción por kilogramo de las dos dietas alimenticias.

-Capacitar técnicamente al grupo de pescadores, en cuanto al funcionamiento de la Planta Procesadora y la elaboración del alimento peletizado.

2. MARCO TEORICO CONCEPTUAL

2.1 LOCALIZACION Y DISTRIBUCION DE PLANTA.

La localización geográfica fue uno de los aspectos más importantes del proyecto analizada con mucho cuidado, ya que los factores físicos resultantes influyen en la distribución interna y determinan en parte los costos de operación y capital (Canabal, 1988).

Los factores a tener en cuenta para establecer si un sitio es el adecuado para el funcionamiento de una planta de proceso son: disponibilidad de materia prima, mercado, condiciones climáticas, servicio de agua potable y energía eléctrica, medio de transporte, mano de obra disponible, desarrollo del lugar y comunicaciones (Vega y otros, 1987).

El objetivo básico de la distribución es el desarrollo de un sistema productivo que satisfaga los requerimientos de capacidad y calidad en la forma más económica.

Algunas medidas a tener en cuenta para la obtención de una satisfactoria y efectiva distribución son: capacidad del sistema bajo diferentes disposiciones, inversión y costo de operación de distintas distribuciones de los sistemas de producción y flexibilidad para cambiar una distribución según se requiera.

Dentro de las ventajas de una buena distribución se pueden anotar: seguridad industrial, sitio agradable, incremento en la producción, equilibrio de los tiempos de operación y no hay desperdicios de espacio, entre otras.

Existen cuatro cursogramas básicos de línea de producción a saber: en línea recta, en V, en S y en serpentina (Muther, 1977).

Se obtienen ventajas cuando se adecúa satisfactoriamente la distribución en línea como son la no utilización de pasillos para el movimiento del material, minimizar el espacio de almacenamiento, el lugar a utilizar es menor que el de cualquier otro tipo de distribución, el flujo de trabajo se simplifica, las rutas son mas directas, por lo tanto este sistema reduce los costos de operación porque habrá un movimiento más directo, existirá menos manejo de materiales y la mano de obra se reduce (Muther, 1977).

Para reducir al mínimo el riesgo de pérdidas costosas y de peligro para la salud de los consumidores, los fabricantes de alimentos han de estar continuamente en guardia contra la contaminación de sus productos y a través de un diseño correcto de la

operación y de un buen mantenimiento de sus procesos y aparatos , deben reducir al mínimo el riesgo de pérdidas costosas y de peligro para la salud de los consumidores (Brennan, 1980).

Las exigencias de higiene deben tenerse en cuenta a la hora de hacer el diseño de una factoría. El diseño higiénico incluye el de la instalación, aparatos y edificios, incluidos tanto la construcción como la distribución, el suministro de servicios, tales como agua bacteriológicamente aceptable y dispositivos para la eliminación de residuos y la planificación e instalación de medios para la limpieza y esterilización de las materias primas, los aparatos y la planta (Brennan, 1980).

2.2 DIETAS EXPERIMENTALES

La elaboración de una dieta artificial para peces, como para cualquier otra especie animal utilizada en producción, comprende dos etapas principales: La formulación y la fabricación.

La formulación se basa, por una parte, en las necesidades alimenticias previamente determinadas de la especie en cuestión y, por otra parte, en la composición y el costo de la materia prima disponible.

La fabricación propiamente dicha, en general, tiene como único objetivo la transformación de las fórmulas previamente diseñadas, en un soporte físico susceptible de ser ingerido y asimilado, en cantidades adecuadas, por el animal.

Son tres los factores a tener en cuenta para la formulación de dietas: los requerimientos nutricionales de la especie, el límite de uso de la materia prima (restricciones) y el precio de la materia prima a utilizar.

En esencia, formular dietas experimentales, a partir de una serie de materias primas, es calcular una combinación de las mismas de forma que se cubran los requerimientos nutritivos de la especie a quien va dirigido, al costo más bajo posible.

De esta definición resulta automático deducir que son dos los tipos de factores a considerar a la hora de proceder a confeccionar una fórmula: el nutritivo y el económico.

La selección de la materia prima a utilizar no sólo dependerá de la adecuación entre su contenido en nutrientes y las necesidades del animal o de su costo en el mercado, sino también del proceso de fabricación elegido y, en consecuencia, de las características físicas deseadas para el producto.

La formulación de una dieta puede ser completa (cuando se utilizan o se tienen en cuenta todos y cada uno de sus elementos), o parcial (cuando se utilizan algunos de sus elementos), según se busque el ajuste, o una idea predeterminada de todos y cada uno de sus elementos.

La Programación Lineal es utilizada a menudo para resolver problemas de formulación de alimentos, y es un procedimiento matemático por medio del cual limitados recursos son distribuidos, seleccionados, catalogados o evaluados, alcanzando una distribución óptima para un objetivo particular. Los recursos pueden ser capital, materia prima, mano de obra, facilidades de producción y los objetivos pueden ser maximizar beneficios o minimizar costos.

La Programación Lineal tiene una amplia aplicación en operaciones industriales tales como la mezcla de ingredientes, selección de maquinaria y actividades económicas tales como compra, planificación, licitaciones, transporte y distribución.

La Programación Lineal se introdujo en la industria de preparación de alimentos en los años 50. Recientemente se han intentado ensayos en la formulación de dietas para peces en la acuicultura. Las enormes brechas existentes en los conocimientos en lo relacionado con la nutrición de los peces ha impedido el logro de mejores resultados.

2.3 CARACTERISTICAS DE LA ESPECIE

La especie seleccionada para la presente investigación, Oreochromis sp, conocida popularmente como Tilapia Roja es un pez Ciclideo endémico del Medio Oriente y Africa, de ancestros netamente marinos adaptados a ambientes lóticos y lénticos en aguas continentales (CORNARE e INDERENA, 1990).

Es el resultado de cruzar inicialmente en forma selectiva cuatro especies del género Oreochromis: O. mossambicus, O. homorum, O. aureus y O. niloticus, las cuales aportan al híbrido, cada uno sus características más notorias, constituyéndose, por lo tanto, en uno de los peces con mayor potencial para la acuicultura comercial en el mundo.

Su historia se remonta a 1968 en Taiwan, en donde repentinamente aparecen algunos alevinos rojos en una población salvaje de Tilapias; simultáneamente en otros países asiáticos, como Filipinas, Guam y Singapur se comienza a hablar de ejemplares rojos de Tilapia provenientes de cruces de hibridación, los cuales con el aporte de líneas puras, son mejorados hasta obtener progenies completamente rojas (aunque la variación de color es amplia) y con un potencial enorme para el cultivo intensivo y superintensivo ya registrado a partir de 1979.

Los primeros ejemplares fueron importados al país directamente al departamento del Valle del Cauca a mediados de 1982, sin embargo, no fueron conocidos a nivel nacional sino a partir de 1987.

Los proyectos sobre el cultivo comercial de Tilapia Roja se inician a mediados de 1984, basados en cuatro etapas principales: obtención de líneas puras, obtención de alevinos, desarrollo y engorde y procesamiento y mercadeo (Rey y Puentes, 1989).

La Tilapia Roja es una especie optima para la acuicultura por su capacidad de adaptación a varios tipos de hábitat y condiciones medio ambientales como son: gran habilidad para crecer en aguas salobres, saladas y continentales; adaptabilidad a un amplio rango de aguas duras (características de pozos profundos); resistencia a concentraciones de oxígeno disuelto de 0,1 ppm; crecen en un rango de pH de 5 a 11 y toleran concentraciones de amonio de 2,4 ppm. Sin embargo, las Tilapias no sobreviven a temperaturas frías; aproximadamente la temperatura letal está entre 12 y 8 °C. Su actividad de alimentación se reduce por debajo de los 20 °C y cesa alrededor de los 15 °C. También posee otras cualidades como son: alta resistencia a enfermedades, índice de mortalidad igual o cercano a cero, coeficiente nutricional excelente, alta resistencia al manejo, rusticidad y por último una característica que puede ser contraproducente, su alta tasa de reproducción que ocasiona una sobrepoblación, razón por la cual se recomienda el cultivo monosexo.

2.3.1 Clasificación Taxonómica. La clasificación taxonómica presentada es la descrita por Dahl (1971), en Arvilla y otros (1988).

Reino	Animal
Phylum	Chordate
Subphylum	Vertebrata
Superclase	Gnathostomata
Clase	Osteichthyes
Subclase	Actinopterygii
Superorden	Teleostei
Orden	Percomorphida
Familia	Cichlidae
Género	Oreochromis

Nombres vernaculares : Mojarra Roja
Tilapia Roja

2.3.2 Características Sexuales y Reproducción. Los Ciclidos africanos y especialmente las Tilapias, hacen nidos en el fondo de las aguas en que habitan. Llegan al estado adulto durante su segundo semestre de vida. En la mayoría de las regiones las Tilapias se reproducen en cuanto miden 15 cm de longitud o incluso menos.

La Tilapia Roja está clasificada dentro del grupo de peces que practican la incubación bucal; presentan cortejo y cuidado parental. Una vez que comienza el cortejo, el macho construye el nido y la hembra deposita allí los huevos, que son fecundados inmediatamente. La hembra recoge los huevos en la boca y los guarda durante tres días hasta su eclosión. Después de ésta, los alevinos quedan protegidos por la madre y a medida que van creciendo se dispersan; cuando la hembra ya no se ocupa de los alevinos se empieza a preparar para otra ovulación.

Como en la mayoría de los peces, la temperatura juega un papel importante en la reproducción de las Tilapias. La temperatura diaria media durante el período de reproducción debe ser como mínimo de 20 a 21 °C.

Una de las características que llega a ser contraproducente es la tasa de reproducción en estanques, ocasionando sobrepoblación (Caicedo y Montoya, 1991). Por lo tanto se debe controlar su reproducción. Para el cultivo intensivo se utilizan solamente machos obtenidos por sexaje, hibridación o reversión de sexo, ya que las hembras genéticamente crecen menos y, además, se alimentan poco durante el período de crianza (Arvilla y otros, 1988).

2.3.3 Alimentación y Requerimientos Nutritivos. El estudio realizado por McBay (1961), sobre hábitos alimenticios, caracterizan a la Tilapia Roja como una especie omnívora; análisis estomacales revelan que se alimentan principalmente con

plancton y que todas las tallas del pez aprovechan el fitoplancton en forma extensiva (Caicedo y Montoya, 1991). En condiciones de cultivo en estanque aceptan con facilidad alimento artificial (Arvilla y otros, 1988).

Son peces voraces que aceptan toda clase de alimentación, en forma seca o como alimentación suplementaria elaborada con hojas de elodea, lechuga, espinaca y algas filamentosas (Arvilla y otros, 1988).

La necesidad de obtener mejores rendimientos, ha incentivado la búsqueda y utilización de alimentos suplementarios, que provean los elementos claves para el crecimiento óptimo del pez y su determinación requiere estudios biológicos y ecológicos de la especie de interés, para así establecer los componentes importantes para su desarrollo (Caicedo y Montoya, 1991).

La proteína es el constituyente más caro en la dieta y es considerado el componente principal del cuerpo del pez, por lo que se necesita un abastecimiento dietético generoso para el crecimiento rápido.

Los requerimientos de proteína para los peces, generalmente, se elevan con el incremento de la temperatura y la salinidad. Sin embargo, no existen datos sobre el efecto de estos dos parámetros ambientales sobre el requerimiento de proteínas de las Tilapias.

Matty, 1986, recomienda los siguientes niveles mínimos de proteína en el alimento para especies omnívoras de aguas cálidas: alevinos, 30%; juveniles, 25% y reproductores, 30% (Jaramillo, 1987).

La digestibilidad de la proteína varía dependiendo de su origen y puede exceder del 90%. La proteína con baja digestibilidad se puede incluir a altos niveles para obtener el mismo nivel de proteína que requiere el pez (LEANDER SEAFOOD, 1987). La proteína de origen animal tiene digestibilidad del 95% (FAO, 1987).

Las proteínas están constituidas por unidades nitrogenadas llamadas aminoácidos. Los peces tienen la capacidad de sintetizar algunos aminoácidos por la estructura de otros, pero hay varios aminoácidos que no son capaces de sintetizar, estos son los llamados aminoácidos esenciales, y, por eso, es necesario que estén contenidos en las dietas formuladas (Anzola y otros, 1993).

La deficiencia de aminoácidos esenciales causa pérdida del apetito, poco crecimiento y mala conversión alimenticia; la deficiencia de triptófano causa escoliosis y la deficiencia en metionina causa cataratas (LEANDER SEAFOOD, 1987).

Todos los peces requieren en proporciones específicas los diez aminoácidos esenciales, los cuales deben estar contenidos en las dietas para la formación y desarrollo del cuerpo del pez.

Los requerimientos cuantitativos de aminoácidos esenciales en porcentaje para juveniles de Tilapia estudiados por Santiago en 1985 son (Caicedo y Montoya, 1991):

<u>AMINOACIDO</u>	<u>PORCENTAJE (%)</u>
Arginina	4,2
Histidina	1,7
Isoleucina	3,1
Leucina	3,4
Lisina	5,1
Fenilalanina	5,7
Treonina	3,6
Triptófano	1,0
Valina	2,8
Metionina(Cis)	3,2

Hay tres clases de compuestos que proporcionan energía en la dieta: las proteínas con un contenido aproximado de energía total de 5,5 Kcal/g, los lípidos con un contenido de energía total de 9,1 Kcal/g y los carbohidratos con un contenido total de 4,1 Kcal/g (Jauncev and Ross, 1982).

Los lípidos en la dieta tienen dos funciones principales: como fuente de energía y como fuente de ácidos grasos esenciales. La dieta para peces de agua caliente son

formuladas sin tener en cuenta los ácidos grasos esenciales (Caicedo y Montoya, 1991).

Para todas las especies, de manera general, Matty (1986) recomienda los niveles porcentuales de lípidos en la relación: alevinos, 8%; reproductores, 5% y juveniles, 5%.

Violas (1983), determinó mediante trabajos sobre lípidos en peces, algunas implicaciones de tipo práctico:

- No se debe usar aceite para balancear el contenido de energía en dietas isocalóricas en estudio de nutrientes con Tilapia, pero pueden ser escogidas otras alternativas.

- Estimativos energéticos de dietas alimenticias para Carpas, Truchas y Cat fish no pueden ser aplicadas para Tilapias.

- Concentraciones para Tilapia con alto contenido graso (formulados con harina de pescado), se deben evaluar sólo con base en la proteína, que puede ser reemplazada en gran parte por proteína de origen vegetal.

Los niveles de lípidos por encima del 8% no permiten un buen proceso de peletización del alimento (Jaramillo, 1987).

Se incluyen los carbohidratos en las dietas de peces como ahorradores de fuentes de energía o proteína y como aglutinantes (LEANDER SEAFOOD, 1987).

Los carbohidratos se dividen en digeribles y fibras. Las fibras debido a su poca digestibilidad en los peces, son utilizadas como vehículo de nutrientes, y niveles del 21% reducen el consumo de alimento, de acuerdo a los estudios de Matty (1986), los granulados (Pelet) deben contener niveles del 8%, en alimentos no granulados recomienda hasta un 12% de fibra para todas las especies.

La información sobre requerimientos vitamínicos en la Tilapia es relativamente poca. Una de las razones es que esta especie consume grandes cantidades de alimento natural que probablemente satisfacen las necesidades vitamínicas, así: valores cuantitativos para Tilapia son establecidos con base en estudios de otras especies de aguas cálidas. El contenido total de vitaminas en la dieta para Tilapia no debe ser superior al 2% del total de la dieta.

Uno de los primeros síntomas de deficiencia en cualquiera de las vitaminas es la disminución del apetito y reducción de la tasa de crecimiento. Otras de las manifestaciones es el color anormal, la falta de coordinación, el nerviosismo, hemorragias, hígado graso y aumento a la susceptibilidad a infecciones. Por último, una de las más frecuentes, causada por la falta de vitamina C, que se manifiesta con

escoliosis, lesiones en los ojos, piel hemorrágica y hemorragia en el hígado, intestino y músculo (Caicedo y Montoya, 1991).

Los minerales en los peces cumplen las siguientes funciones: constituyentes de estructuras esqueléticas, mantenimiento de la presión osmótica, constituyentes estructurales de tejidos blandos, transmisión del impulso nervioso, regulación del pH sanguíneo y como constituyentes de enzimas, hormonas, vitaminas y pigmentos.

3. DISEÑO METODOLOGICO

3.1 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

La región del Canal del Dique abarca los municipios de Cartagena, Arjona, Calamar, María Labaja, San Estanislao de Kotska, Mahates y Soplaviento; la zona en general presenta innumerables ciénagas en condiciones óptimas para el cultivo de peces; posee una temperatura ambiente promedio anual de 28 °C y precipitaciones de 134,04 mm, presentando un periodo seco de enero a marzo.

La parte experimental se llevó a cabo en los municipios de María Labaja y Mahates, ubicados al norte del departamento de Bolívar.

3.1.1 Municipio de María Labaja. Está ubicado a los 9° , 59' , 23" de latitud norte y a los 75° , 17 ' , 48" de longitud oeste; a una distancia aproximada de 60 Km de la ciudad de Cartagena. Limita al norte con los Municipios de Arjona y Mahates, al sur con el Carmen de Bolívar y el departamento de Sucre, al este con San Juan de Nepomuceno y San Jacinto y al oeste con el departamento de sucre (Figura 1).

FIGURA 1. Municipio de María Labaja



ESCALA 1: 400.000

**FUENTE: Gobernación de Bolívar
Secretaría de Planeación Departamental**

Este municipio posee la ciénaga mas importante del Canal del dique, la cual tiene una extensión aproximada de 2.700 ha. inundadas por los caños Carabali y Correa que se desprenden de dicho Canal; presenta una profundidad media de 4 m y en época seca baja su nivel hasta 1,5 m.

Se presenta en esta ciénaga fuertes vientos y oleaje que causan trastorno en la actividad piscícola.

Con respecto al relieve se puede decir que la mayor parte del territorio es plana, con algunas elevaciones al oriente que no pasan de 300 m s.n.m.

El municipio de María Labaja está limitado por cadenas de colinas de baja o regular altura que forman parte de una inmensa depresión, presentando un acceso en forma de terraza muy suave donde el material geográfico está integrado especialmente por arcilla marina aluvial.

Posee un clima húmedo tropical, la temperatura media oscila entre 26,6 y 29 °C, con una evaporación media anual de 2.000 mm, posee lluvias medias anuales que fluctúan entre 1.400 y 1.800 mm, y se presentan en dos periodos, uno lluvioso y el otro seco entre los meses de diciembre y abril. La máxima precipitación se

presenta en el mes de octubre y la mínima en el mes de febrero. La humedad relativa oscila entre 76% y 86%, aproximadamente¹.

En este municipio se trabajó en el barrio de Puerto Santander, ubicado en la cabecera municipal y a orillas de la ciénaga de María Labaja.

Puerto Santander presenta dificultades para el abastecimiento y prestación eficiente del servicio de agua potable, el alcantarillado no existe y cuenta con servicios de energía eléctrica.

Los pescadores en su mayoría alternan su actividad pesquera con la agricultura.

3.1.2 Municipio de Mahates. Está ubicado a los 10 °, 13', 35" de latitud norte y a los 75 °, 13', 35" de longitud oeste y a una distancia aproximada de 58 Km de la ciudad de Cartagena de Indias. Limita al norte con el municipio de San Estanislao de Kotska y Soplaviento, al sur con María Labaja y San Juan de Nepomuceno, al este con Calamar y al oeste con Arjona (Figura 2).

Este municipio tiene una superficie de 479 Km². Su hidrografía es de tipo continental; el Canal del Dique el eje hidrografico, formado en su recorrido por innumerables

¹ INAT, Bolívar

FIGURA 2. Municipio de Mahates



ESCALA: 1:400 000

FUENTE: Gobernación de Bolívar
Secretaría de Planeación Departamental

ciénagas entre las que sobresalen Aguas Claras, el Zarzal y Matuya.

El territorio de Mahates está dividido en dos grandes regiones: la primera formada por pequeñas alturas que vienen del municipio de Arjona a San Juan de Nepomuceno y la segunda formada por una gran llanura donde se encuentra la cabecera municipal, la cual está ubicada en cercanías del Canal de Dique, entre las ciénagas el Zarzal y Matuya.

El territorio es plano en su mayoría, bañado al norte por el Canal del dique, presentando al oriente la serranía del Songó con altura máxima de 350 m s.n.m; el clima predominante es cálido, la temperatura media es de 28 °C y precipitaciones mayores a 1.000 mm, la mayor parte del año está influenciada por los vientos alisios del noreste, el período pluviométrico se inicia, generalmente, en los meses de abril y mayo, y descende en los meses de noviembre y diciembre.

En este municipio el acueducto presta sus servicios en la parte urbana y cuenta con energía eléctrica.

3.2 SELECCION Y MEDICION DE LAS VARIABLES DE ANALISIS

- Y_1 = Puesta en Marcha de la Planta

X_1	=	Molino de Martillo
X_2	=	Peletizado
X_3	=	Mezcladora
X_4	=	Producción por mes
Y_1	=	$F(X_1, X_2, X_3, X_4)$
- Y_2	=	Alimento de peces
X_5	=	Dietas
X_6	=	Reservorio hídrico
X_7	=	Control bromatológico
X_8	=	Peso y Talla
X_9	=	Coversión alimenticia
X_{10}	=	Costo de elaboración de dietas
Y_2	=	$F(Y_1, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10})$

3.3 TIEMPO O DURACION DEL ESTUDIO

La investigación se llevó a cabo durante un periodo de 7 meses, comprendidos entre enero y julio de 1995.

3.4 FORMA DE OBSERVAR LA POBLACION



3.4.1 Descripción de la Planta. La Planta Procesadora de Alimento Concentrado para Peces en María Labaja está constituida por una sala de proceso, un cuarto para almacenamiento de materia prima, cuarto para almacenamiento de producto terminado, oficina, sala para reuniones y conferencias, espacio para secado y baño. Las dimensiones de la Planta y sus divisiones se muestran en la Figura 3.

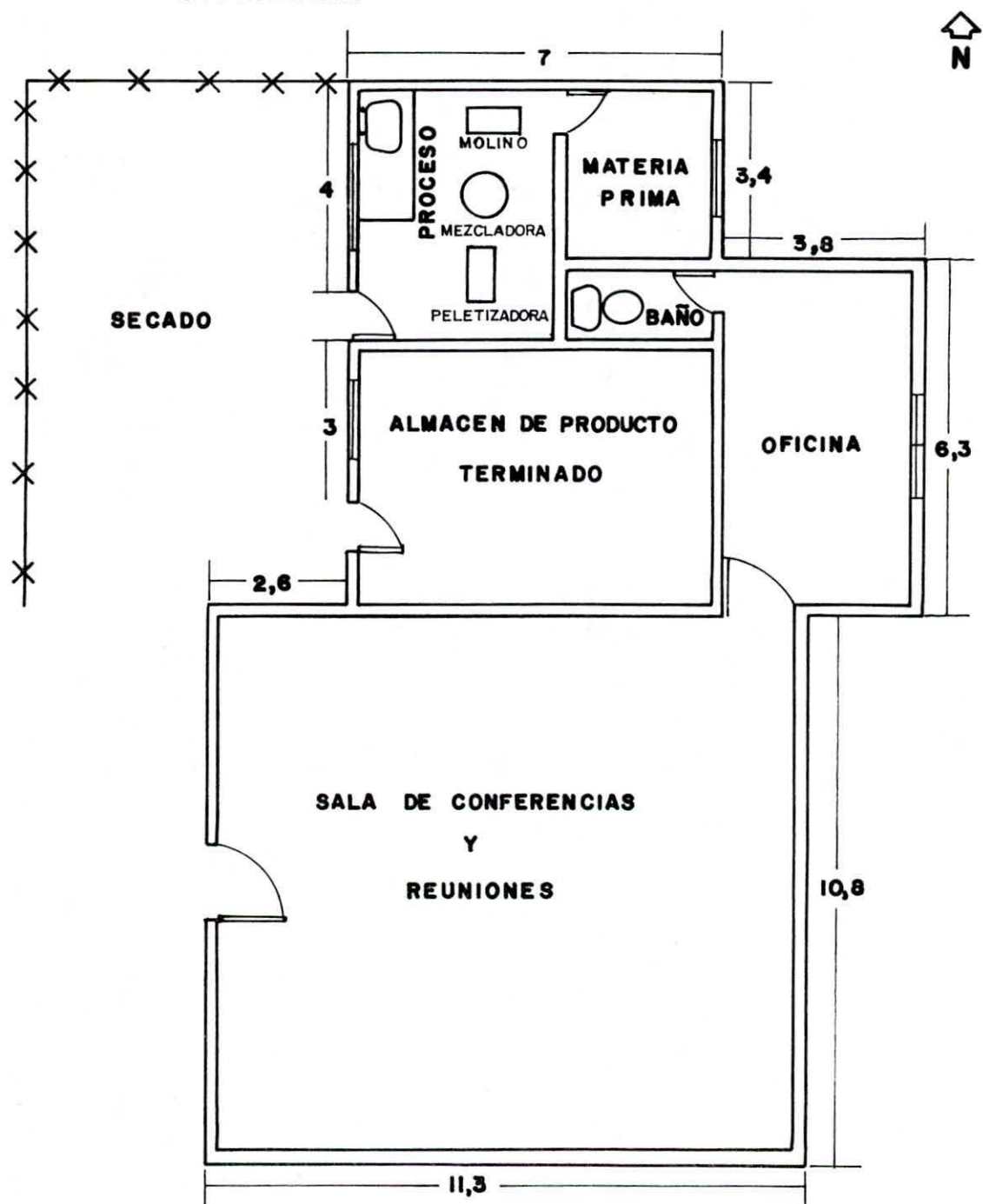
En la sala de proceso se encuentra ubicada la maquinaria (molino de martillo, mezcladora y peletizadora) en la posición que se muestra en la Figura 3. Además un mesón y un lavaplatos.

Los cuartos para almacenamiento de materia prima y producto terminado, presentan estibas de madera de 10 cm de altura.

3.4.2 Elaboración de las dietas. Para la elaboración de las dietas experimentales se utilizaron como materias primas harina de pescado, harina de sangre, harina de carne, harina de trigo de tercera, salvado de trigo, harina de arroz, maíz amarillo y yuca seca, para lo cual se siguieron dos etapas: la formulación y la fabricación.

3.4.2.1 La Formulación. Se basó en las necesidades alimenticias de la Tilapia Roja (*Oreochromis sp*), y en la composición bromatológica, límite de uso y costo de la materia prima.

FIGURA 3. Plano de la Planta Procesadora de Alimento Concentrado



La formulación de las dos dietas se llevó a cabo a través del procedimiento matemático de programación lineal LINDO (Linear Interactive and Discreter Optimizer).

Se empleó un método parcial de formulación, teniendo en cuenta solo la proteína total, grasa y fibra contenidas en la materia prima. Estos valores se tomaron de la tabla reportada por Jaramillo en 1988.

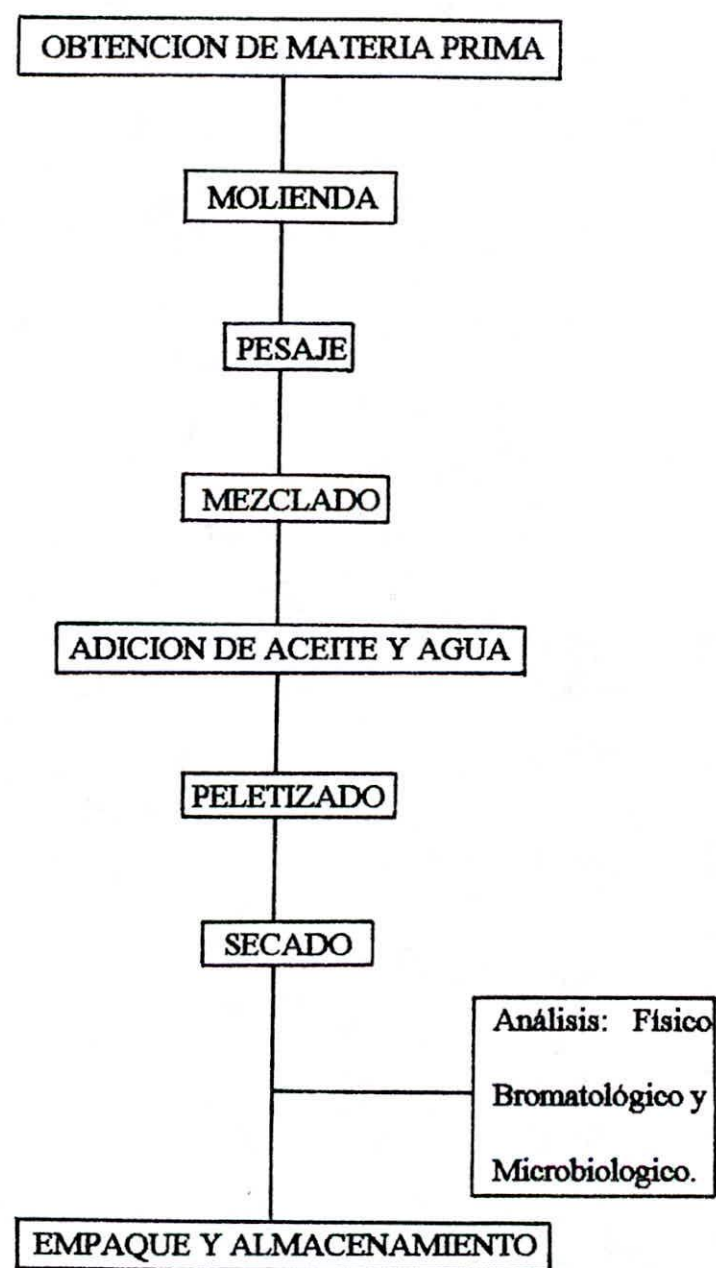
3.4.2.2 La Fabricación. Siguiendo el Diagrama de Flujo (Figura 4), se efectuaron los siguientes pasos:

-Recepción de Materia Prima. Las harinas de pescado, sangre y carne se adquirieron en la ciudad de Cartagena; y la harina de trigo (de tercera), el salvado de trigo, la harina de arroz, el maíz amarillo y la yuca seca se obtuvieron en el municipio de María Labaja.

-Molienda. En molino de martillo con motor trifásico de 5 HP, se molieron maíz amarillo y yuca seca, para transformarlos en harina; además, la harina de sangre por presentar granulometría muy gruesa.

-Pesaje. En balanza de reloj con capacidad para 200 Kg, se pesaron uno a uno los ingredientes de las dietas, previamente formulados

FIGURA 4. Diagrama de Proceso de Elaboración del alimento concentrado para peces



-Mezclado. La combinación de ingredientes, tales como harinas de sangre, pescado, carne, arroz, maíz, trigo, salvado de trigo y de yuca, BHT y vitaminas, se realizó en una mezcladora con motor monofásico de 3 HP, con capacidad para 200 Kg.

-Adición de agua y aceite. Mediante mezclado manual, se adicionó agua y aceite vegetal.

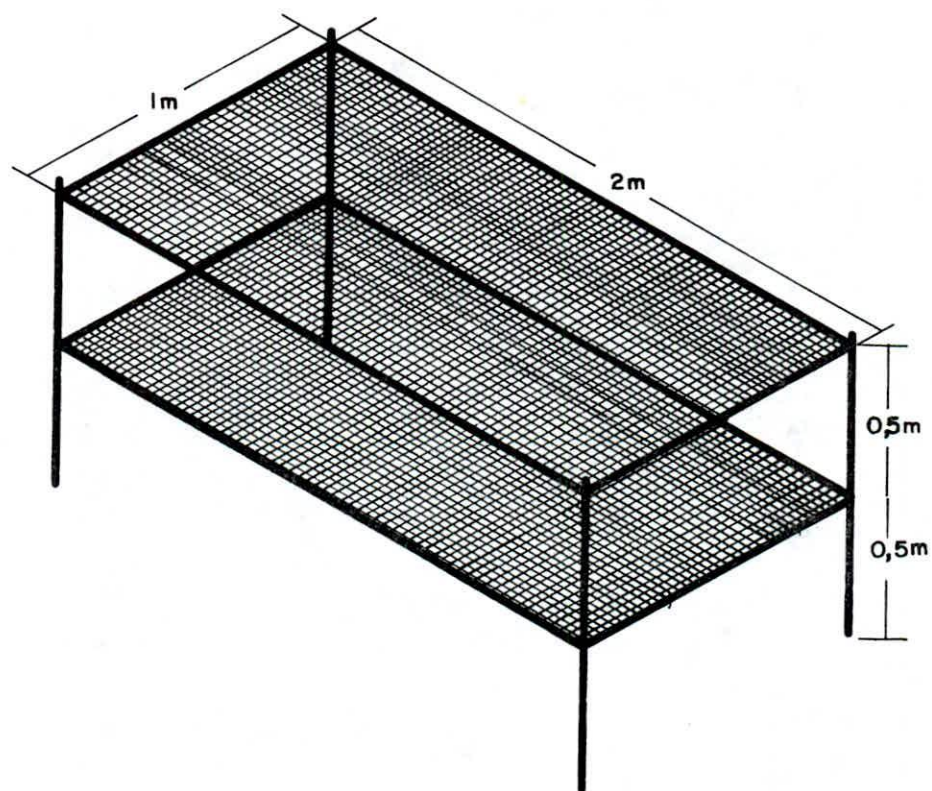
-Peletizado. Este proceso se realizó en una máquina peletizadora con motor trifásico de 3 HP.

-Secado. El secado del Pelet se hizo al sol, para lo cual se construyeron secadores con plataforma en madera (Figura 5) en cuya parte superior y media se colocó anjeo sobre el cual se esparció el Pelet.

-Empaque y Almacenamiento. El alimento concentrado se empacó en sacos plásticos con capacidad para 40 Kg y se estibó en el cuarto de almacenamiento de producto terminado, a temperatura ambiente (28°C a 30°C) y libre de humedad para evitar la formación de hongos en el alimento.

-Análisis Bromatológico, Microbiológico y Físico (Flotabilidad) del Concentrado. Los análisis microbiológicos y bromatológicos se realizaron en la Universidad de Cartagena y el Análisis de flotabilidad en el lugar del cultivo.

FIGURA 5. Secador Artesanal



ESC: 1 : 25

Se realizaron Análisis bromatológicos de proteína total, grasa, fibra y carbohidratos, y Análisis microbiológico, (aerobios mesófilos, coliformes totales, coliformes fecales, salmonella y hongos y levaduras), a los 30 días de formuladas y elaboradas las dietas.

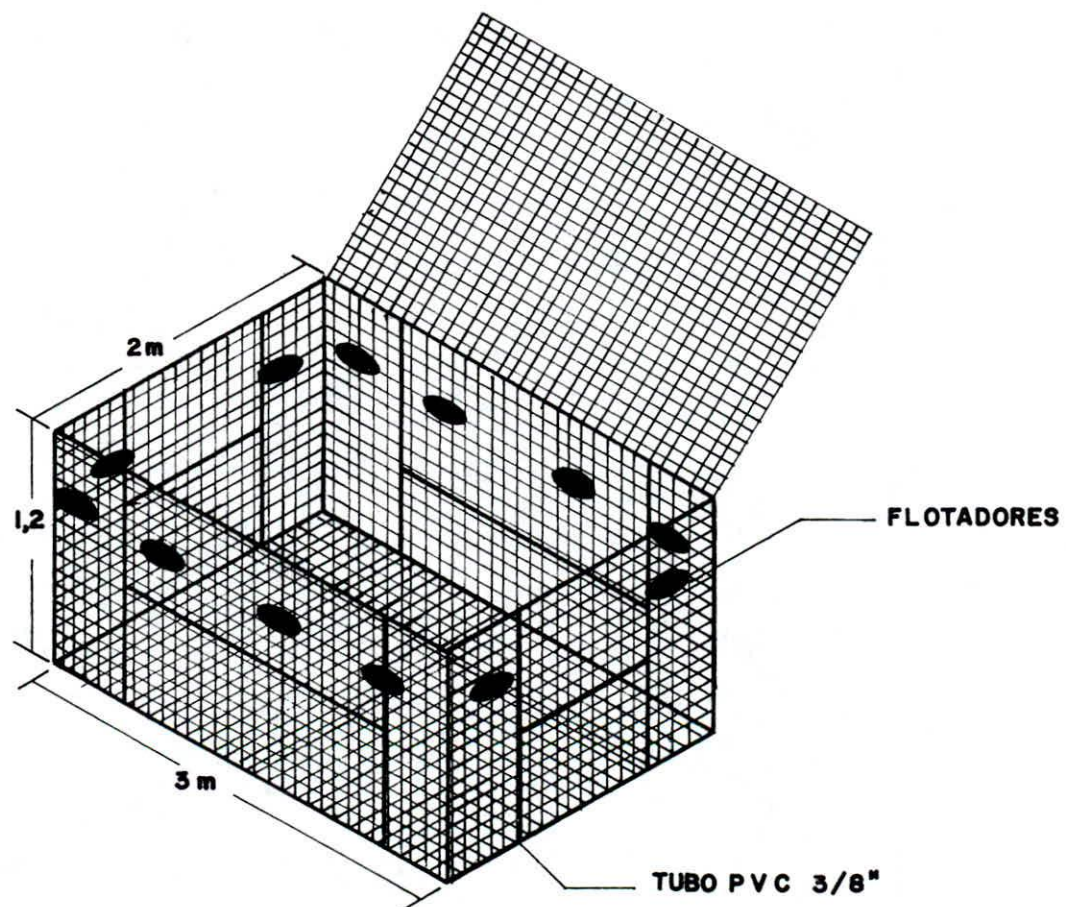
3.5 EVALUACION DEL CONCENTRADO

La evaluación del concentrado se llevó a cabo a través del cultivo en jaula de Tilapia Roja (*Oreochromis sp*) en las ciénagas de Maria Labaja, ubicada en el municipio de su mismo nombre, y El Zarzal ubicada en el municipio de Mahates, con duración de 4 meses. Se efectuaron construcción de jaulas, transporte de alevinos, adaptación, siembra, alimentación, biometrías, Análisis fisico-químico del agua y mantenimiento de las jaulas.

3.5.1 Construcción de Jaulas. Se construyeron 3 jaulas en PVC de 2X3X1,2 m, cubiertas con malla de nylon de 10 mm de ojo de malla, provistas en su parte superior de tapas de malla tipo antipájaro y sostenidas por cuatro lastres. A su alrededor y a 0,2 m de la parte superior se colocaron tanques plásticos herméticamente cerrados para facilitar su flotabilidad (Figura 6).

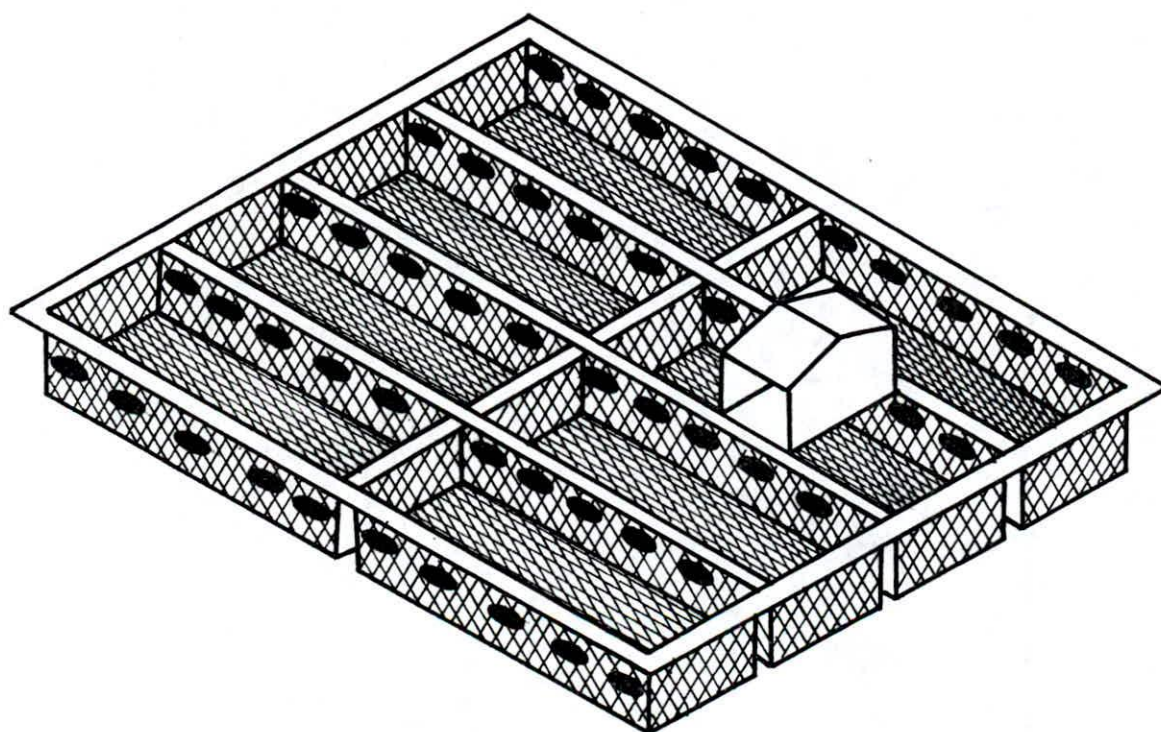
En Maria Labaja no se construyeron jaulas debido a que El Comité de Pescadores de Puerto Santander posee un módulo compuesto por 8 jaulas (Figura 7), recubiertas con

FIGURA 6. Jaula Flotante



ESC. 1:50

FIGURA 7. Módulo Flotante



ESCALA 1:250

mallas tipo trical de 11x4x2 m y 12 mm de luz. Dicho módulo de 12 cerchas metálicas de aproximadamente 0,4 m de altura y 4 m de largo, ensambladas a 5 pasarelas con una longitud de 22 m y un ancho de 0,6 m cubiertas con tablas de madera, formando entre sí compartimientos de 4x11m. Debajo de las pasarelas se encuentran distribuidos 50 tanques plásticos de 50 galones, sujetos con arcos o vinchas de hierro (Platinas).

Para la realización de este estudio, el Comité de Pescadores de Puerto Santander facilitó una jaula, la cual fue dividida en 3 partes iguales mediante malla de nylon multifilamento de 10 mm de luz.

3.5.2 Transporte de alevinos. Los alevinos se compraron en la estación piscícola Agroindustrias Piscícolas Caribaní, ubicada en el municipio de San Estanislao de Kotska, de donde se transportaron hacia los diferentes lugares de cultivo (María Labaja y Mahates), en bolsas plásticas de polietileno incorporado en camión cerrado.

3.5.3 Adaptación. Las bolsas plásticas con alevinos se introdujeron al nuevo medio (ciénaga) y poco a poco se fueron mezclando el agua de las bolsas con la de la ciénaga con el fin de equilibrar los factores físico-químicos. Una vez igualados estos factores se permitió la salida de los animales por su propia voluntad.

3.5.4 Siembra. Se sembraron animales con peso inicial promedio de 10 g y a densidad de 150 peces/m³ en cada una de las jaulas.

3.5.5 Alimentación. Los peces se alimentaron con concentrado experimental elaborado en la Planta Procesadora de Alimento y con una dieta control de concentrado Mojarra 24 elaborada y comercializada por Purina S.A.

Se proporcionó alimento con base en la biomasa total, en las siguientes distribuciones porcentuales:

Primer mes	5
Segundo mes	4
Tercer mes	3
Cuarto mes	2

En la jaula 1 se aplicó la dieta experimental 1 (D1); en la jaula 2 la dieta experimental 2 (D2) y en la jaula 3, la dieta control (DC).

Se inició el suministro de alimento a las 24 horas de siembra. Durante los 15 primeros días se suministró alimento peletizado triturado y posteriormente el Pelet entero.

3.5.6 Biometría. Se realizaron biometrias quincenalmente a una muestra al azar del 10% del total de peces por jaula, con el fin de calcular el crecimiento en peso y longitud promedios de los animales, utilizando balanza e ictiómetro, respectivamente.

3.5.7 Análisis Físico-Químico del agua. Quincenalmente se tomaron muestras de agua entre las 10 y 12 horas, a profundidad de 30 cm, aproximadamente, para analizar (con kit de Análisis de agua) los parámetros de temperatura, nitrito, amonio, dureza total y oxígeno.

3.5.8 Análisis de Plancton. Se realizó Análisis de plancton por visibilidad con el disco secchi (círculo de 20 cm de diámetro con cuadrantes negros y blancos alternados), tomándose medidas entre las 10 y 12 horas, cada quince días.

3.5.9 Mantenimiento de Jaulas. Semanalmente se realizó la limpieza de las jaulas con cepillo plástico con el fin de limpiar las malezas, alimento, algas y demás que taponaban las mallas y evitaban el libre intercambio de aguas entre el medio externo e interno de las jaulas.

A los 4 meses del cultivo, se procedió a contar el número total de peces existentes en cada jaula con el fin de conocer la variación en la densidad, por escape o por mortalidad de los animales.

3.6 CALCULOS MATEMATICOS Y ESTADISTICOS

3.6.1 Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A). Se calculó con base en la cantidad de alimento consumido cada 15 días, en función de la ganancia en peso durante el mismo tiempo.

La fórmula utilizada fue:

$$\text{F.C.A.} = \frac{\text{Alimento consumido}}{\text{ganancia en peso}}$$

Para observar diferencias y establecer cual fue el mejor Factor de Conversión Alimenticia se hallaron los coeficientes de correlación, obtenidos por regresión lineal, entre el Factor de Conversión Alimenticia y el peso promedio de la población. La fórmula utilizada fue:

$$\text{FCA} = a + bW$$

De donde: W es el peso total del pez y a y b son constante.

3.6.2 Significancia estadística. Se realizaron Análisis de varianza y comparaciones de promedios (Prueba de Tukey) al Factor de Conversión Alimenticia, al peso y longitud de los animales.

3.6.3 Regresión Potencial: relación Longitud-Peso. Se determinó a través de los valores de peso y longitud observados durante el ensayo, según la expresión:

$$W = aL^b$$

De donde: W es el peso total del pez, L es la longitud total del pez y a y b son constantes.

3.7 COSTOS DE PRODUCCION

Se determinó el costo de producción por kilogramo de cada una de las dietas experimentales, para lo cual se tuvieron en cuenta los costos fijos (depreciación de maquinaria y equipos, gastos generales y administración) y los costos variables (materia prima directa, materia prima indirecta y mano de obra directa).

3.8 CAPACITACION

Se llevó a cabo una capacitación teórico-práctica en cuanto al manejo de la Planta y elaboración del concentrado durante 16 horas, para grupos de 10 pescadores en cada

una de las comunidades. A esta jornada de capacitación asistieron grupos de pescadores de Mahates y María Labaja.

4. RESULTADOS

4.1 PLANTA DE PROCESO

La distribución de la Planta de Proceso se ubica dentro del principio de la mínima distancia recorrida, el cual dice que a igualdad de condiciones es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material entre operaciones sea la más corta (Muther, 1977), y presenta las condiciones básicas para desarrollar allí las actividades planeadas y mantener el lugar limpio y seco.

La localización de la Planta se considera adecuada, ya que es de fácil acceso, materia prima disponible, servicios de agua potable y energía, y está más cerca de los lugares de cultivo, como son los corregimientos de Correa (municipio de María Labaja), Flamenco (municipio de María Labaja) y Rocha (Municipio de Arjona).

La Planta presenta una distribución en línea (ver Figura 3), la cual permite reducir espacio, minimizar el flujo de material y agilizar el proceso de elaboración del peletizado.

El rendimiento de la maquinaria se muestra en la Tabla 1. Se observa que en la Planta se puede procesar hasta 115 ton/año, aproximadamente, de alimento peletizado, ocurriendo limitaciones en el proceso de secado, por ser éste al natural, tener pocos secadores y ser una zona bastante lluviosa.

El cuarto de almacenamiento de materia prima tiene una capacidad de 4 ton y el de producto terminado de 11 ton.

La producción y el tamaño de la Planta logran abastecer los requerimientos de alimento del cultivo existente en Puerto Santander-María Labaja y zonas aledañas, el cual es de 100 ton/año².

4.2 ELABORACION DE DIETAS

Las restricciones y los contenidos nutricionales de la materia prima utilizada para la formulación de las dietas experimentales se presentan en la Tabla 2.

De acuerdo a la programación lineal (LINDO) se establecieron dos dietas para peces, para poner en funcionamiento la Planta de Proceso, las cuales se muestran en la Tabla 3.

² CORFAS. Informe Proyecto Canal del Dique, oct-dic. de 1995.

TABLA 1. Rendimientos de maquinaria y materia prima durante la fabricación de alimento peletizado

CONCEPTO	RENDIMIENTOS (%)
Molino (Kg/h)	80
Peletizadora (Kg/h)	70
Mezcladora (Kg/h)	170
Harina de Pescado (g/100g)	99
Harina de Carne (g/100g)	95
Harina de Sangre (g/100g)	70
Harina de Arroz (g/100g)	87
Maiz en Grano (g/100g)	80
Salvado de Trigo (g/100g)	50
Harina de Trigo (g/100g)	98
Yuca con Cáscara (g/100g)	75

TABLA 2. Contenido bromatológico y restricciones de la materia prima

MATERIA PRIMA	PROTEI g/100g	GRASA g/100g	FIBRA g/100g	CENIZA g/100g	RESTRICCIO g/100 g
Harina de Pescado	63.76	5.30	0.57	15.43	≥ 5
Harina de Carne	61.12	7.20	7.81	13.03	≤ 5
Harina de Sangre	80.85	0.40	1.74	4.06	≤ 5
Harina de Arroz	15.00	15.87	7.60	9.26	≤ 10
Maiz en Grano	14.09	5.32	6.63	4.13	≥ 10
Salvado de Trigo	15.07	3.60	11.83	5.71	≤ 20
Harina de Trigo	11.60	1.60	5.07	2.30	≤ 10
Yuca con Cáscara	4.97	0.76	7.64	3.46	≤ 15

Fuente: JARAMILLO, 1988 y DE OLIVEIRA, 1987

TABLA 3. Distribución porcentual de materiales alimenticios en las dietas peletizadas

MATERIA PRIMA	DIETA (D1) (g/100g)	DIETA (D2) (g/100g)
Harina de Pescado	27.00	30.00
Harina de Carne	5.00	5.00
Harina de Sangre	5.00	0.00
Harina de Arroz	20.00	20.00
Maíz en Grano	10.00	10.00
Salvado de Trigo	10.00	10.00
Harina de Trigo	10.00	10.00
Yuca con Cáscara	13.00	15.00

La observación de las características organolépticas de la materia prima indican que ésta mantenía un estado de frescura aceptable.

El proceso establecido para la elaboración del alimento peletizado, desde el punto de vista tecnológico, produjo buenos resultados.

Los resultados obtenidos de los Análisis bromatológicos y microbiológicos en las dietas experimentales (D1 y D2) se muestran en la Tabla 4.

Los contenidos proteicos de las dietas fueron los siguientes: 30,12 g/100g, 27 g/100g y 24 g/100g, para D1, D2 y DC, respectivamente. Los resultados obtenidos en D1 y D2 se encuentran por encima del valor de la dieta control y de los requerimientos mínimos proteicos para especies omnívoras de aguas cálidas reportados por Matty, 1986, el cual es del 25% para juveniles.

El contenido de carbohidratos presentes en la dieta D1 fue de 42,26 g/100g y en la dieta D2 de 46,7g/100g. Se desconocen reportes de requerimientos mínimos de carbohidratos para la Tilapia Roja.

El contenido de fibra en D1 fue de 5,3 g/100g y en D2 5,41 g/100g. Estos valores se encuentran por debajo del nivel recomendado por Matty, 1986 (8 g/100g).

TABLA 4. Análisis Bromatológico y Microbiológico en las Dietas Experimentales

CONCEPTO	DIETA (D1)	DIETA (D2)
ANALISIS BROMATOLOGICO		
Proteína (g/100g)	30.12	27.00
Grasa (g/100g)	4.90	5.16
Fibra (g/100g)	4.80	5.41
Carbohidratos (g/100g)	42.26	46.70
ANALISIS MICROBIOLOGICO		
Aerobios Mesófilos (UFC/g)	31×10^4	31×10^4
Hongos y Levaduras (UFC/g)	12×10^2	12×10^2
Coliformes Totales (NMP/g)	43	43
Coliformes Fecales (NMP/g)	<3	<3
Salmonella (Unid/25g)	Negativo	Negativo

Según Leary y Lovell, 1975, altos niveles de fibra reducen el crecimiento en algunas especies de peces, por lo cual no los recomiendan y bajos niveles sirven y ayudan, desde el punto de vista de proceso, en la buena peletización del alimento.

En cuanto al contenido graso, en las dietas se encontraron las siguientes cantidades: 4,9 g/100g y 5,16 g/100g para D1 y D2, respectivamente. Estos valores se encuentran ligeramente por encima y por debajo, respectivamente, de los niveles recomendados por Matty, 1986, para juveniles y reproductores (5 g/100g) y por encima del valor del concentrado de Mojarra 24 fabricado por la empresa Purina S.A., reportado por Ovalle y Barbosa, 1993 (4 g/100g). Además los niveles por encima del 8% no permiten buen proceso de peletización (Jaramillo, 1987). Según Jauncey, 1979, las Tilapias no utilizan altos niveles de lípidos en las dietas tan eficientemente como las Truchas.

Los resultados microbiológicos encontrados en D1 y D2 fueron: negativos para Salmonella; aerobios mesófilos, 31×10^4 UFC/g; hongos y levaduras 12×10^2 UFC/g; Número Más Probable (NMP) de coliformes totales, 43/g y Número Más Probable (NMP) de coliformes fecales, <3/g (Tabla 4).

No se observó contaminación microbiológica por encima de los estándares mínimos permisibles de acuerdo a la Norma 646 de ICONTEC (Tabla 5), excepto para hongos y levaduras que se encuentran ligeramente por encima de los valores permisibles,

TABLA 5. Requisitos microbiológicos exigidos para los pescados y productos derivados (Norma ICONTEC 646)

PRODUCTO PESQUERO	RECuento
HARINA DE PESCADO	
Rcto. Aerobios Mesofilos	10×10^4
Rcto. Hongos y Levaduras	10×10^2
Rcto. Coliformes Totales	50
Salmonella	Negativa
Rcto Clostridium Sulfito	
Reductor	20×10^1
ATUN (INS)	
Rcto. Total Aerobios	$< 3 \times 10^5$
NMP Coliformes Totales	Max.1000/g
NMP Coliformes Fecales	$< 3g$
E. Coli	ausente/g
Salmonella	Negativa
S. Aureus	$< 100/g$
Vibrio Cholerae	Negativo
Rcto. Clostridium Sulfito	
Reductor	Max.100/g

Fuente: JAY, James, 1992.

debido quizás a que la zona presenta una humedad relativa que oscila entre 76% y 86%³.

En cuanto al Análisis físico de flotabilidad, se observó que la dieta D1 presentó un tiempo de flotabilidad promedio de 13,25 minutos; la dieta D2, de 19,2 minutos y la dieta DC, de 51,8 minutos. Tiempos estos suficientes para que los peces se alimentaran, evitando pérdidas.

4.3 EVALUACION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES

4.3.1 Jaulas Experimentales. En términos generales, las jaulas presentaron un comportamiento aceptable debido a su gran rigidez y flotabilidad.

Cumplidos los cuatro meses del estudio, las jaulas se encontraron en perfectas condiciones y, debido a la limpieza semanal, las mallas no se taponaron. Los lastres y flotadores tampoco sufrieron deterioro.

4.3.2 Mortalidad.

³ INAT, Bolívar.

-Por transporte, adaptación y siembra. Durante estas etapas, los levinos, en ambos lugares (María Labaja y Mahates), no presentaron mortalidad alguna, ya que se utilizaron técnicas apropiadas.

-Durante el cultivo. En el período de cultivo la mortalidad presentada en la ciénaga El Zarzal (Mahates) fue de 1,22% en la jaula 1; 2% en la jaula 2 y 2,33% en la jaula 3, con promedio de 1,85%, lo cual pudo deberse, por una parte, a depredadores (culebras) y por otra parte a la manipulación de los animales durante las biometrias.

En la ciénaga de María Labaja se presentó una mortalidad de 8,15% en la jaula 1; 9,85%, en la jaula 2 y 12,36%, en la jaula 3, con promedio de 10,12%. Esta elevada mortalidad pudo ser debida a depredadores, a la manipulación de los peces durante las biometrias y a que en los meses comprendidos entre diciembre y abril se presenta en esta ciénaga la proliferación de micro-organismos que atacan a la epidermis del pez causándoles, en algunos casos, la muerte⁴.

4.3.3 Análisis físico-químico del agua. Los resultados de los Análisis físico-químicos del agua se presentan en las Tablas 6 y 7, para las ciénagas de María Labaja y El Zarzal, respectivamente.

⁴ Entrevista Personal con GARZON y AVILA, 1995

4.3.3.1 Oxígeno. El oxígeno disuelto en el agua se emplea para satisfacer las necesidades respiratorias del pez y proporcionarles energía suficiente que permita realizar su metabolismo; por lo tanto, es el factor más importante y el más limitante. Para el género Oreochromis, se considera un valor mínimo de oxígeno de 3 ppm (Sterba, 1973).

Las mediciones efectuadas entre las 10 a.m y las 12 m en la ciénaga de María Labaja presentaron valores mínimos de oxígeno de 4 ppm y valores máximos de 6 ppm, obteniéndose un promedio de 5,44 ppm durante el estudio, el cual se encuentra por encima del reportado por Daza, (1986), el cual fue de 4,22 ppm, óptimos para el cultivo de la Tilapia Roja (Oreochromis sp).

En Mahates se presentaron rangos de oxígeno entre 4,5 y 6 ppm., con un valor promedio de 5,44 ppm. considerado óptimo para la especie cultivada.

Los valores de oxígeno presentados en las Tablas 6 y 7, se encuentran por encima de los datos reportados por Daza (1986), en la Ciénaga Matapalma (4,22 ppm).

4.3.3.2 pH. Los valores de pH letales para el cultivo de peces se encuentran por debajo de 4 y por encima de 11 y aguas con valores de pH entre 6,5 y 9,0 son consideradas como las mejores (Boyd y Kippler, 1979).

TABLA 6. Análisis físico-químico del agua de la ciénaga de María Labaja (mzo-jul/95)

Tiempo (días)	O ₂ (ppm)	pH	Temp. (°C)	NO ₃ ⁻ (ppm)	NH ₄ ⁺ (ppm)	Dureza (ppm)	Visibilidad (cm)
0	6	7.50	28	0 a 0.05	0	85	25
15	6	7.50	28	0 a 0.05	0	93	20
30	5	7.50	28	0 a 0.05	0	100	25
45	6	7.75	28	0 a 0.05	0	90	25
60	6	7.00	28	0 a 0.05	0	80	30
75	5	7.25	28	0 a 0.05	0	110	25
90	5	7.00	27	0 a 0.05	0	100	25
105	6	7.00	28	0 a 0.05	0	113	27
120	4	7.50	27	0 a 0.05	0	98	20
Promedios	5.44	7.33	27.78	0 a 0.05	0	96.56	24.67

TABLA 7. Análisis físico-químico del agua de la ciénaga El Zarzal (mzo-jul/95)

TIEMPO (días)	O₂ (ppm)	pH	TEMP. (°C)	NO₃⁻ (ppm)	NH₄⁺ (ppm)	DUREZA (ppm)	VISIBILIDAD (cm)
0	6.0	7.5	28	0a0.05	0	120	30
15	6.0	7.5	30	0a0.05	0	110	35
30	6.0	7.5	29	0a0.05	0	130	35
45	5.0	8.0	28	0a0.05	0	100	30
60	5.5	8.2	27	0a0.05	0	105	25
75	6.0	7.5	28	0a0.05	0	113	30
90	4.5	8.0	27	0a0.05	0	97	25
105	5.0	8.0	28	0a0.05	0	103	20
120	5.0	7.5	28	0a0.05	0	118	25
PROMEDIO	5.44	7.74	28.11	0a0.05	0	110.67	28.33

Los Análisis de pH realizados en la ciénaga de Maria Labaja mostraron valores entre 7 y 7,5 durante la experiencia, con pH promedio de 7,33, el cual se considera bueno, ya que se encuentra dentro del intervalo óptimo para el cultivo de Tilapia.

Daza, 1986, registró valores de pH medios iguales a 7,1 en la ciénaga de Matapalma.

4.3.3.3 Temperatura. La Tilapia es considerada como un pez de gran importancia en los climas cálidos y su temperatura ideal se encuentra entre 20 y 36°C (Sterba, 1973).

Los valores de temperatura registrados en la ciénaga de Maria Labaja oscilaron entre 27 y 28°C, manteniéndose en un promedio de 27,78° C durante el periodo de cultivo. Y en la Ciénaga de El Zarzal, en Mahates, se obtuvieron variaciones entre 27°C y 30 °C , con promedios, durante el periodo de cultivo, de 28,11°C.

Los valores obtenidos de temperatura, en ambas ciénagas, se encuentran dentro de los límites mínimo y máximo para la Tilapia, siendo inferiores a los reportados por Daza, 1986.

4.3.3.4 Nitrito y Amonio. Estos dos compuestos son tóxicos para los peces y aún en pequeñas concentraciones pueden causar la muerte. Los niveles tóxicos para Tilapia no están bien establecidos.

Las concentraciones de nitrito determinadas durante el cultivo en María Labaja se encontraron entre 0 y 0,05 ppm, no registrándose la presencia de amonio, lo cual indica que a lo largo del cultivo se alcanzó una condición de equilibrio entre la materia orgánica y las poblaciones de bacterias nitrificantes.

En la ciénaga El Zarzal, en Mahates, se determinaron concentraciones de nitrito y amonio de 0 a 0,05 ppm y 0 ppm, respectivamente, y al igual que en María Labaja, se alcanzó la condición de equilibrio entre la materia orgánica y las bacterias nitrificantes.

Por lo tanto, los valores obtenidos en las ciénagas de María Labaja y el Zarzal se consideran buenos porque sus niveles fueron mínimos.

4.3.3.5 Dureza Total. Se denomina dureza total del agua a la concentración de iones bivalentes, principalmente calcio y magnesio, expresadas en ppm de CaCO_3 .

Los niveles óptimos de dureza para el cultivo de peces se encuentran entre 20 y 300 ppm (García, 1985).

En María Labaja se establecieron niveles de dureza entre 80 y 113 ppm, con promedio de 96,56 ppm y en la ciénaga el Zarzal, Mahates, valores entre 97 y 130

ppm, con un nivel promedio de 110,67 ppm. Estos valores se encuentran dentro los niveles óptimos de dureza para el cultivo de peces.

4.3.3.6 Determinación de Plancton por Visibilidad. Los valores óptimos de visibilidad obtenidos por disco secchi oscilan entre 30 y 60 cm (Newman, 1977).

La visibilidad observada en la ciénaga de María Labaja osciló entre 20 y 30 cm de profundidad, y promedio de 24,67 cm. En la ciénaga de El Zarzal se registraron valores de visibilidad que oscilaron entre 20 y 25 cm, con promedio de 28,33 cm.

Las ciénagas presentaron disminución de visibilidad en la época de lluvias ya que reciben aguas residuales y de caños, las cuales proporcionan abundante material en suspensión ocasionando turbulencias que influyen negativamente en la penetración de la luz. Pero en general, la visibilidad obtenida se considera buena para el cultivo de peces.

4.4 FACTOR DE CONVERSION ALIMENTICIA

4.4.1 María Labaja. El Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A.), promedio estimado durante el período de cultivo fue de 1,12 para la jaula 1; 1,16 para la jaula 2 y 1,15 para la jaula 3, muy cercanos entre sí (Tabla 8).

TABLA 8. Valores de Factor de Conversión Alimenticia F.C.A. (g/g) para cada grupo de peces alimentado con D1, D2 y DC (Municipio de María Labaja)

TIEMPO (días)	FCA D1	FCA D2	FCA DC
15	0.880	0.910	0.960
30	1.110	1.110	1.630
45	0.980	1.260	0.920
60	0.910	0.900	1.030
75	1.290	0.990	1.180
90	0.880	1.000	0.910
105	1.240	1.130	0.990
120	1.660	1.940	1.570
TOTAL	8.950	9.240	9.190
PROMEDIO	1.120	1.160	1.150

La Figura 8 muestra las variaciones del Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A.), durante el período de cultivo, observándose, desde los 15 hasta los 105 días de cultivo, pocas variaciones marcadas en las dietas D1 y D2; mientras que a los 120 días se presentaron variaciones bastante altas. La dieta DC obtuvo picos acentuados a los 30 y 120 días del cultivo, respectivamente

La Figura 9 muestra la relación FCA-Peso de cultivo de Tilapia Roja alimentadas con las dietas D1, D2 y DC, obtenidos por regresión lineal. Las ecuaciones de la curva resultante de los valores obtenidos fueron:

$$FCA = 0,873 + 0,00214W \quad (D1)$$

$$FCA = 0,883 + 0,00250W \quad (D2)$$

$$FCA = 1,089 + 0,00060W \quad (DC)$$

Los valores de los coeficientes de correlación obtenidos fueron: 0,68, para la jaula 1; 0,6 para la jaula 2 y 0,15 para la jaula 3.

Se considera una buena correlación con valores superiores a 0,6 (Manuales Técnicos de Acuicultura, 1980).

FIGURA 8. Relación FCA-Tiempo de cultivo de Tilapia Roja
(María Labaja)

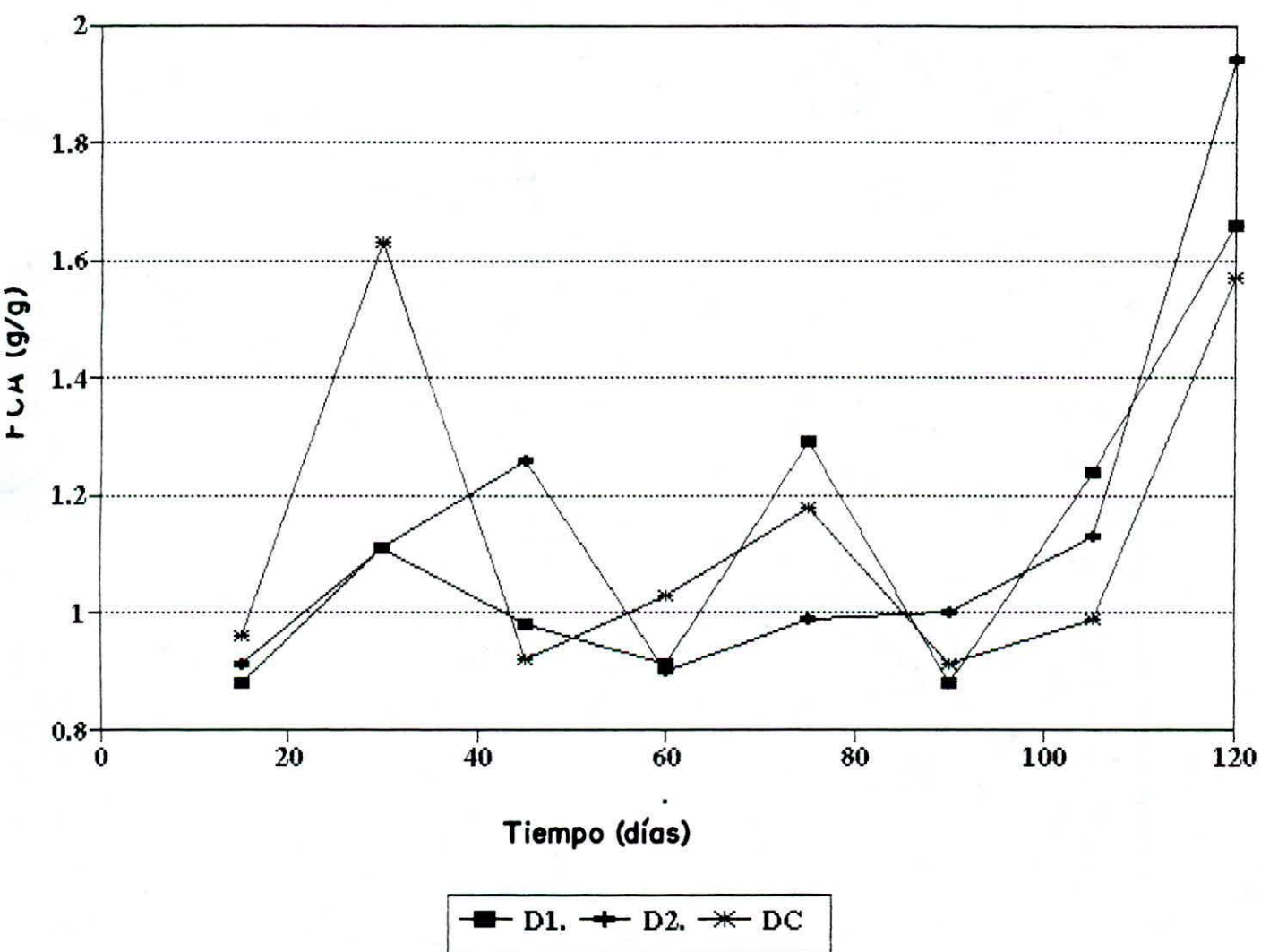
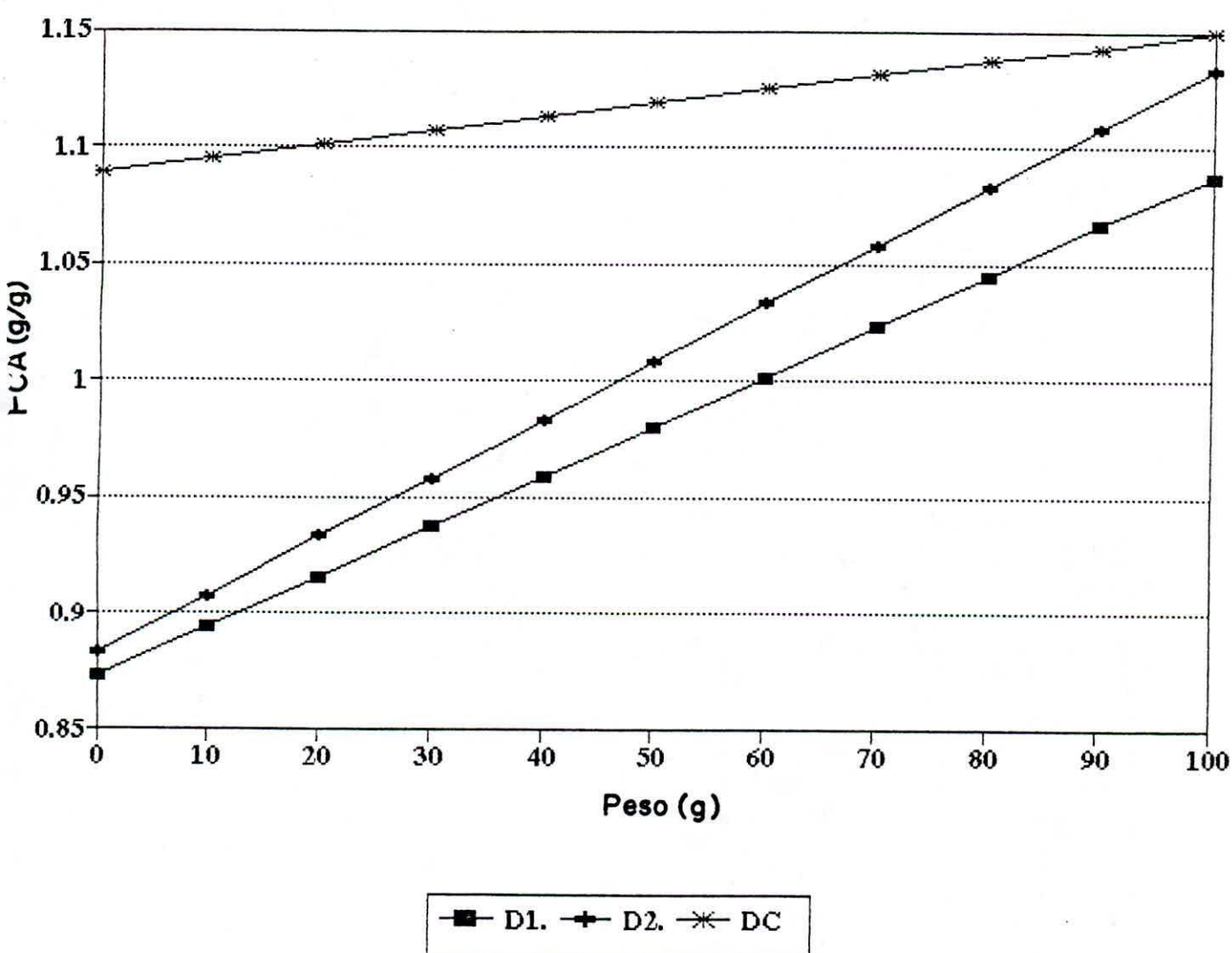


FIGURA 9. Relación FCA-Peso de cultivo de Tilapia Roja (María Labaja)



De acuerdo a lo anterior, el mejor Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A.), fue el de la jaula 1, debido a que su coeficiente de correlación presenta un mayor valor numérico ($r=0,68$).

Analizando las rectas de regresión (Figura 9), se puede observar lo siguiente: las rectas correspondientes a D1 y D2 muestran que en las primeras etapas el FCA es alto, tendiendo a bajar en etapas posteriores de crecimiento, es decir, estos alimentos presentan una mejor conversión en las primeras etapas de crecimiento que en las últimas; en la recta correspondiente a DC se observa que el FCA varía muy poco manteniéndose casi constante.

4.4.2 Mahates. Los valores de los Factores de Conversión Alimenticia (F.C.A.), determinados en el cultivo experimental en Mahates fueron de 1,14 para los animales alimentados con D1; 1,27 con D2 y 1,16 con DC (Tabla 9).

Las variaciones del Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A.), entre los animales alimentados con D1, D2 y DC, durante el período de cultivo fueron mínimos hasta los 105 días, pero se incrementaron a los 120 días, alcanzando el mayor valor la dieta D2 (Figura 10).

La Figura 11 muestra la relación FCA-Peso de cultivo de Tilapia Roja (Mahates),

**TABLA 9. Valores de Factor de Conversión Alimenticia F.C.A. (g/g)
para cada grupo de peces alimentado con D1, D2 y DC
(Municipio de Mahates)**

TIEMPO (días)	FCA D1	FCA D2	FCA DC
15	0.962	1.000	1.071
30	1.011	1.141	1.159
45	1.094	0.829	0.884
60	0.847	0.896	0.910
75	1.118	1.002	1.210
90	0.995	1.089	0.983
105	1.222	1.251	1.200
120	1.891	2.958	1.887
TOTAL	9.140	10.170	9.310
PROMEDIO	1.140	1.270	1.160

FIGURA 10. Relación FCA-Tiempo de cultivo de Tilapia Roja (Mahates)

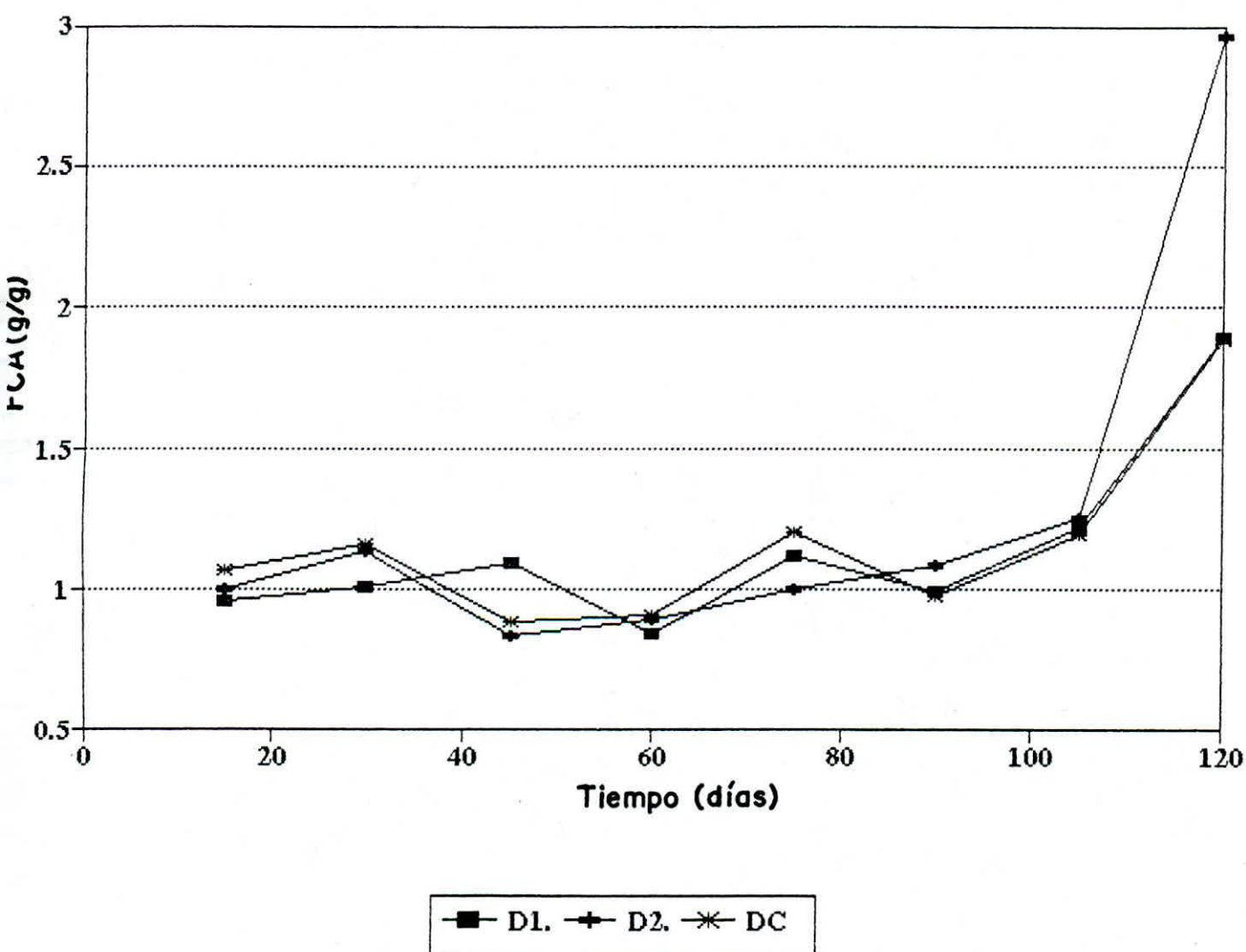
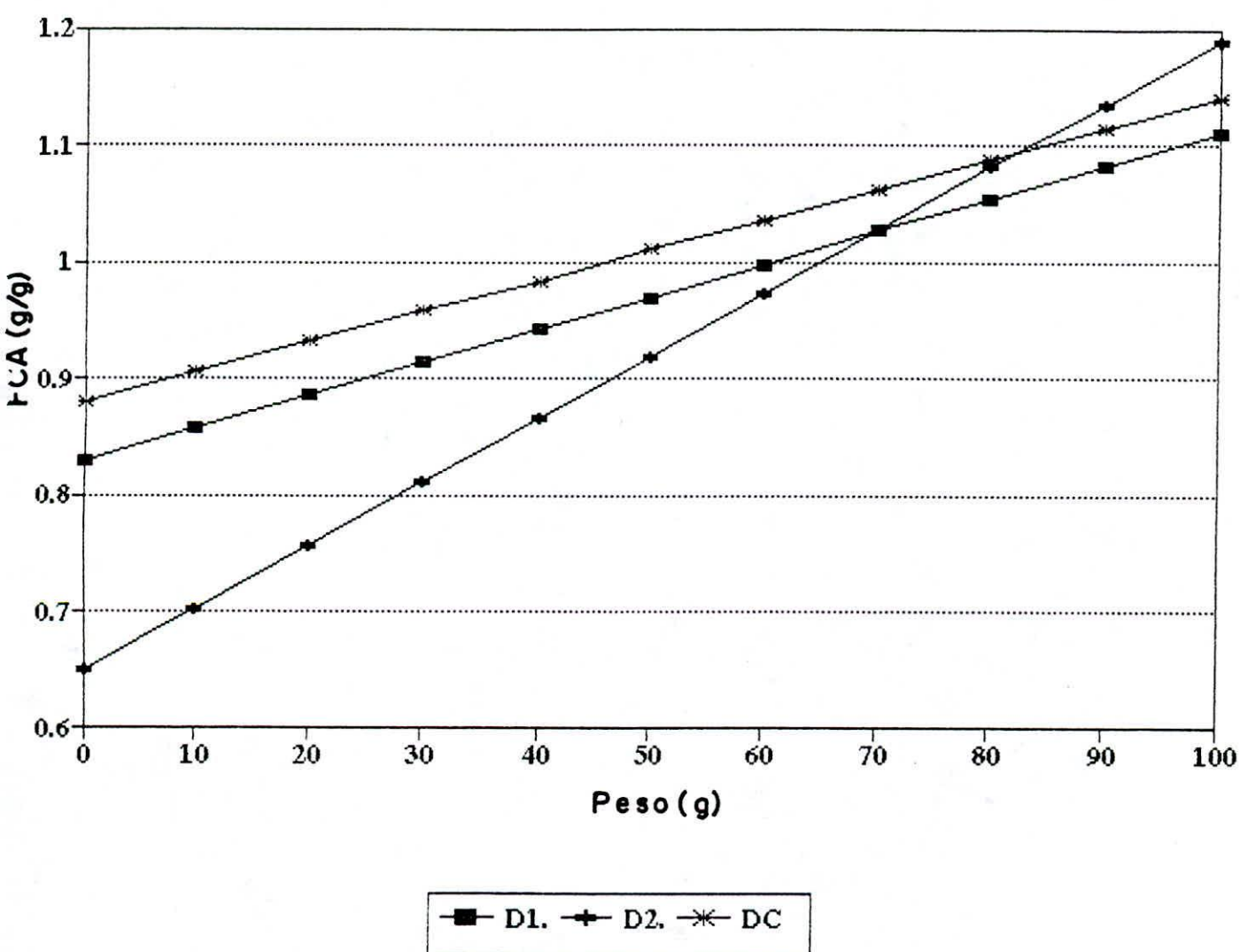


FIGURA II. Relación FCA-Peso de cultivo de Tilapia Roja (Mahates)



alimentadas con D1, D2 y DC, obtenidas por regresión lineal. Las ecuaciones resultantes de los datos obtenidos fueron:

$$\text{FCA} = 0,830 + 0,0028W \quad (\text{D1})$$

$$\text{FCA} = 0,649 + 0,0054W \quad (\text{D2})$$

$$\text{FCA} = 0,880 + 0,0026W \quad (\text{DC})$$

De acuerdo a la regresión lineal realizada entre el Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A.), y el peso de los animales, el mejor factor fue el de la dieta D1 ($r=0,7$). Las dietas D2 y DC obtuvieron el mismo valor ($r=0,65$), encontrándose ambas por encima del valor mínimo de correlación que los cataloga como buenos.

Las tres rectas, resultantes de la regresión lineal (Figura 11), presentan en las primeras etapas un FCA bajo, tendiendo a subir en etapas posteriores, siendo mayor la pendiente de la recta D2.

Lozano, 1984, reporta Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A.), de 2,09 y 2,42, en cultivo monosexo de S. niloticus (alimentadas con 21% de proteína), los cuales son superiores a los obtenidos en esta investigación, utilizando proteína a niveles de 24, 27 y 30,12 %.

Coche (1976), en Lozano (1984), estableció Factor de Conversión alimenticia

(F.C.A.), de 2,8 con pelet no flotante con 25% en proteína, mayor al determinado en estudio con pelets flotantes con 24,27 y 30,12% en proteína.

Shiau y Huang (1989), en Zapata y Boffuzzi (1994), comunican disminución del Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A.), a medida que aumenta el nivel de proteína en la dieta, concluyendo, además, que la Tilapia Roja requiere 24% de proteína para producir su máximo crecimiento en agua de mar.

Downs (1990), obtuvo Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A.), promedio de 1,36 al engordar Tilapia Roja con 20% de proteína durante 75 días y luego el 63,76% en proteína hasta alcanzar 150 días. Estos resultados se encuentran ligeramente por encima de los determinados en el presente estudio.

4.5 SIGNIFICANCIA Y RELACION LONGITUD-PESO

En las Tablas 10 y 11 se observan los pesos y las longitudes promedio establecidos durante el periodo de cultivo en las ciénagas de María Labaja y El Zarzal, respectivamente.

En María Labaja, las ganancias en peso y longitudes estandar fueron de 238 g y 11,53

TABLA 10. Longitud y peso promedio del cultivo de Tilapia Roja (María Labaja)

TIEMPO (días)	D1				D2				DC			
	Longitud (cm)	Peso (g)	Tasa de Crecimie		Longitud (cm)	Peso (g)	Tasa de Crecimie		Longitud (cm)	Peso (g)	Tasa de Crecimie	
			cm/día	g/día			cm/día	g/día			cm/día	g/día
0	6.500	10.000			6.500	10.000			6.500	10.000		
15	7.160	18.500	0.044	0.567	7.410	18.200	0.061	0.547	7.130	17.800	0.042	0.520
30	8.670	31.000	0.101	0.833	8.470	30.500	0.071	0.820	8.160	26.000	0.069	0.547
45	10.220	50.000	0.103	1.267	9.920	45.000	0.097	0.967	9.570	43.000	0.094	1.133
60	12.390	83.000	0.145	2.200	11.580	75.000	0.111	2.000	10.820	68.000	0.083	1.667
75	13.560	112.000	0.078	1.933	13.420	109.000	0.123	2.267	12.850	94.000	0.135	1.733
90	15.930	169.000	0.158	3.800	15.380	158.000	0.131	3.267	15.060	140.500	0.147	3.100
105	17.310	210.000	0.092	2.733	16.850	200.000	0.098	2.800	16.440	183.000	0.092	2.833
120	18.030	248.000	0.048	2.533	17.580	231.000	0.049	2.067	17.280	218.000	0.056	2.333
SUBTOTALES			0.769	15.867			0.739	14.187			0.719	13.867
PROMEDIOS			0.096	1.983			0.092	1.773			0.090	1.733

TABLA 11. Longitud y peso promedio del cultivo de Tilapia Roja (Municipio de Mahates)

TIEMPO (días)	D1				D2				DC			
	Longitud (cm)	Peso (g)	Tasa de Crecimie		Longitud (cm)	Peso (g)	Tasa de Crecimie		Longitud (cm)	Peso (g)	Tasa de Crecimie	
			cm/día	g/día			cm/día	g/día			cm/día	g/día
0	6.500	10.000			6.500	10.000			6.500	10.000		
15	7.620	17.800	0.075	0.520	7.000	17.500	0.033	0.500	7.334	17.000	0.056	0.467
30	8.800	31.000	0.079	0.880	8.350	29.000	0.090	0.767	8.330	28.000	0.066	0.733
45	9.900	48.000	0.073	1.133	9.510	50.000	0.077	1.400	10.100	47.000	0.118	1.267
60	11.780	82.000	0.125	2.267	11.570	83.500	0.137	2.233	11.770	78.000	0.111	2.067
75	13.340	115.000	0.104	2.200	13.090	121.000	0.101	2.500	13.400	107.000	0.109	1.933
90	15.550	167.000	0.147	3.467	15.500	171.000	0.161	3.333	15.450	156.000	0.137	3.267
105	16.810	208.000	0.084	2.733	16.880	212.000	0.092	2.733	16.500	195.000	0.070	2.600
120	17.600	241.000	0.053	2.200	18.000	233.500	0.075	1.433	17.590	226.000	0.073	2.067
SUBTOTALES			0.740	15.400			0.767	14.400			0.739	14.400
PROMEDIOS			0.093	1.925			0.096	1.800			0.092	1.800

cm, para los peces alimentados con D1; 221 g y 11,08 cm, para los peces alimentados con D2 y, 208 g y 10,78 cm para los peces alimentados con DC.

En Mahates, las ganancias en peso y longitudes estándar fueron de 231 g y 11,10 cm para los peces alimentados con D1; 223 g y 11,50 cm, para los peces alimentados con D2 y 216 g y 11,09 cm, para los peces alimentados con DC.

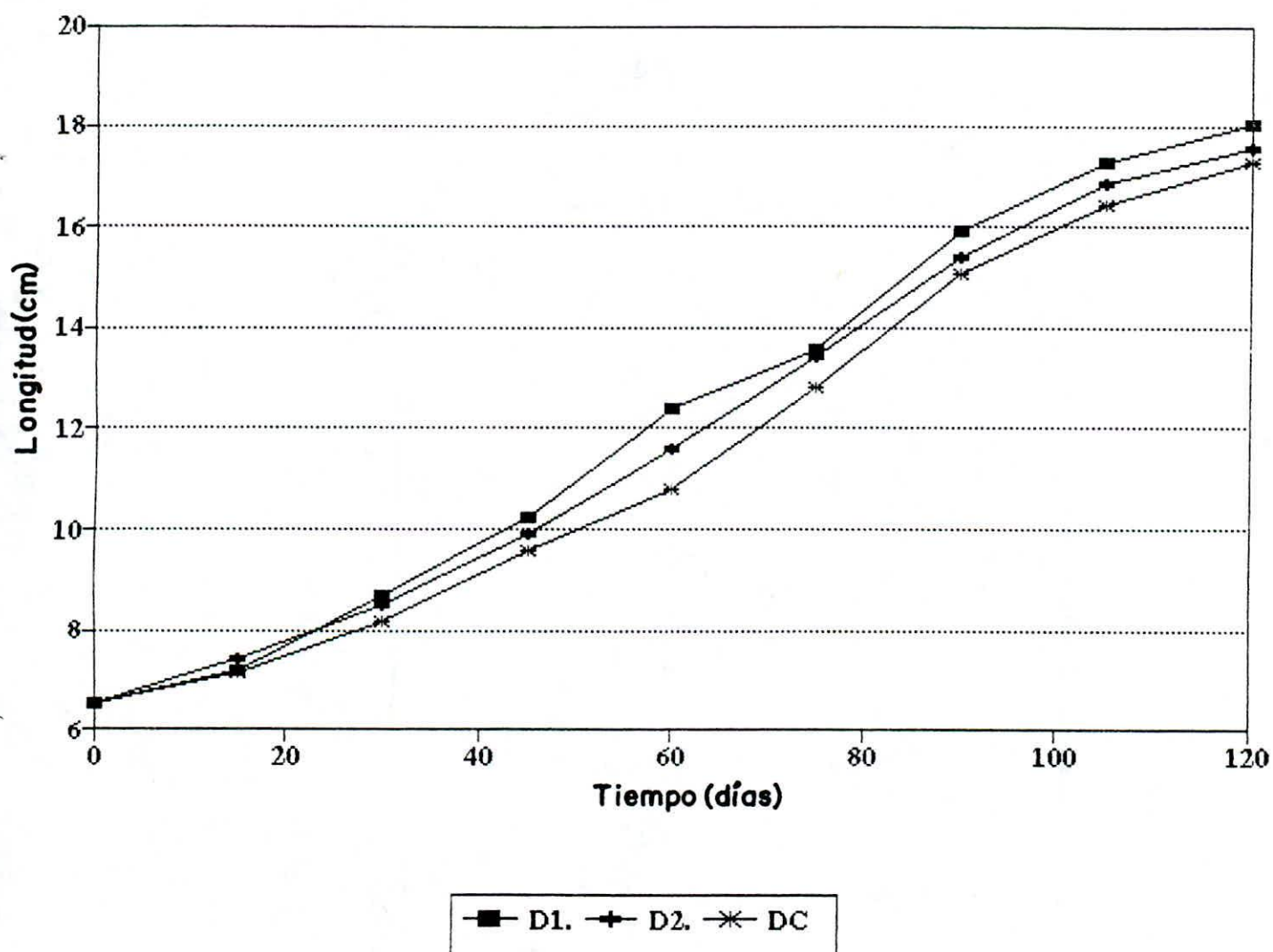
El estudio bioestadístico realizado arrojó los siguientes resultados:

-María Labaja. En longitud, a los 30 días de cultivo, los peces alimentados con D1 no mostraron diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$) con respecto a los peces alimentados con D2 y DC; tampoco se encontró diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$) entre los peces alimentados con D2 y DC (Figura 12).

Es decir, entonces, es lo mismo alimentar peces con las dietas D1, D2 y DC, ya que el crecimiento en longitud de los animales fue similar entre sí.

A los 60, 90 y 120 días del cultivo, los animales alimentados con D1 no presentaron diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$) en longitud en relación a los alimentados con D2. Tampoco se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$) entre los animales alimentados con D2 y DC. Contrariamente, los peces alimentados con D1 mostraron diferencias estadísticas significativas ($P<0.05$) con

FIGURA 12. Curva de crecimiento (Longitud) de cultivo de Tilapia Roja (María Labaja)



respecto a los alimentados con DC (Figura 12).

Lo anterior significa que biológicamente los peces alimentados con D1 y D2 presentaron un mejor desarrollo en longitud que aquellos alimentados con DC, y es equivalente alimentar con D1 y D2.

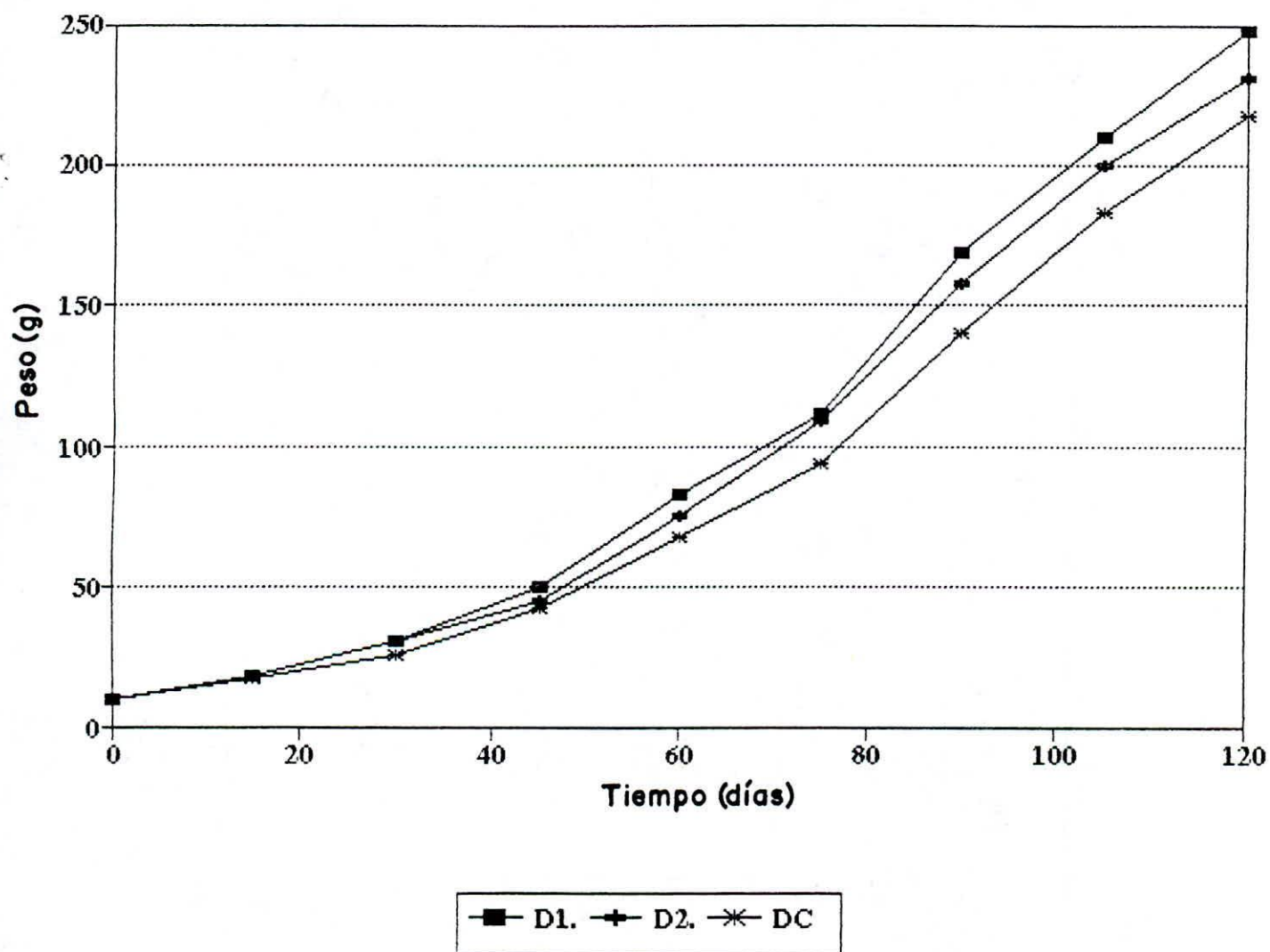
En peso a los 30 días de cultivo los peces alimentados con D1 no mostraron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) con respecto a los alimentados con D2 y DC, al igual que los alimentados con D2 respecto a los alimentados con DC, lo cual nos indica que resulta indiferente alimentar con cualquiera de las tres dietas.

A los 60 días de cultivo, los peces alimentados con D1 no presentaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) con respecto a los alimentados con D2, por lo tanto, resulta más económico alimentar con D2. Tampoco se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) entre los peces alimentados con D2 y DC. Mientras que los peces alimentados con D1 presentaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) con respecto a los alimentados con DC (Figura 13).

Lo anterior nos indica que desde el punto de vista nutricional resulta más ventajoso alimentar los peces con D2.

A los 90 días del cultivo, los peces alimentados con D1 no mostraron diferencias

FIGURA 13. Curva de crecimiento (Peso) de cultivo de Tilapia Roja
(María Labaja)



estadística significativas ($P>0.05$) con respecto a los alimentados con D2, indicando que es lo mismo alimentar con D1 o D2. Pero si hubo diferencias estadísticas significativas ($P<0.05$) entre D1 y DC, y entre D2 y DC (Figura 13). Esto indica que desde el punto de vista económico es mejor alimentar con D2, por su menor costo de producción (\$306/kg).

A los 120 días de cultivo, no se determinó diferencia estadística significativa ($P>0.05$) entre D1 y D2, entre D1 y DC y tampoco entre D2 y DC. Es decir que desde el punto de vista nutricional es lo mismo alimentar con D1, D2 o DC, pero desde el punto de vista económico resultó mejor D2 (\$306/kg).

-Mahates. En longitud y peso, a los 30, 60, 90 y 120 días del cultivo los animales alimentados con D1 no mostraron diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$) con respecto a los alimentados con DC. Se determinó también que D2 y DC no presentaron diferencia estadística significativas ($P>0.05$) (Figuras 14 y 15).

De acuerdo a estos resultados, desde el punto de vista nutricional es lo mismo alimentar con D1, D2 y DC.

En longitud y peso, a los 30, 60 y 90 días del cultivo, los peces alimentados con D1 en María Labaja no presentaron diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$) con respecto a los alimentados con la misma dieta en Mahates.

FIGURA 14. Curva de crecimiento (Longitud) de cultivo de Tilapia Roja (Mahates)

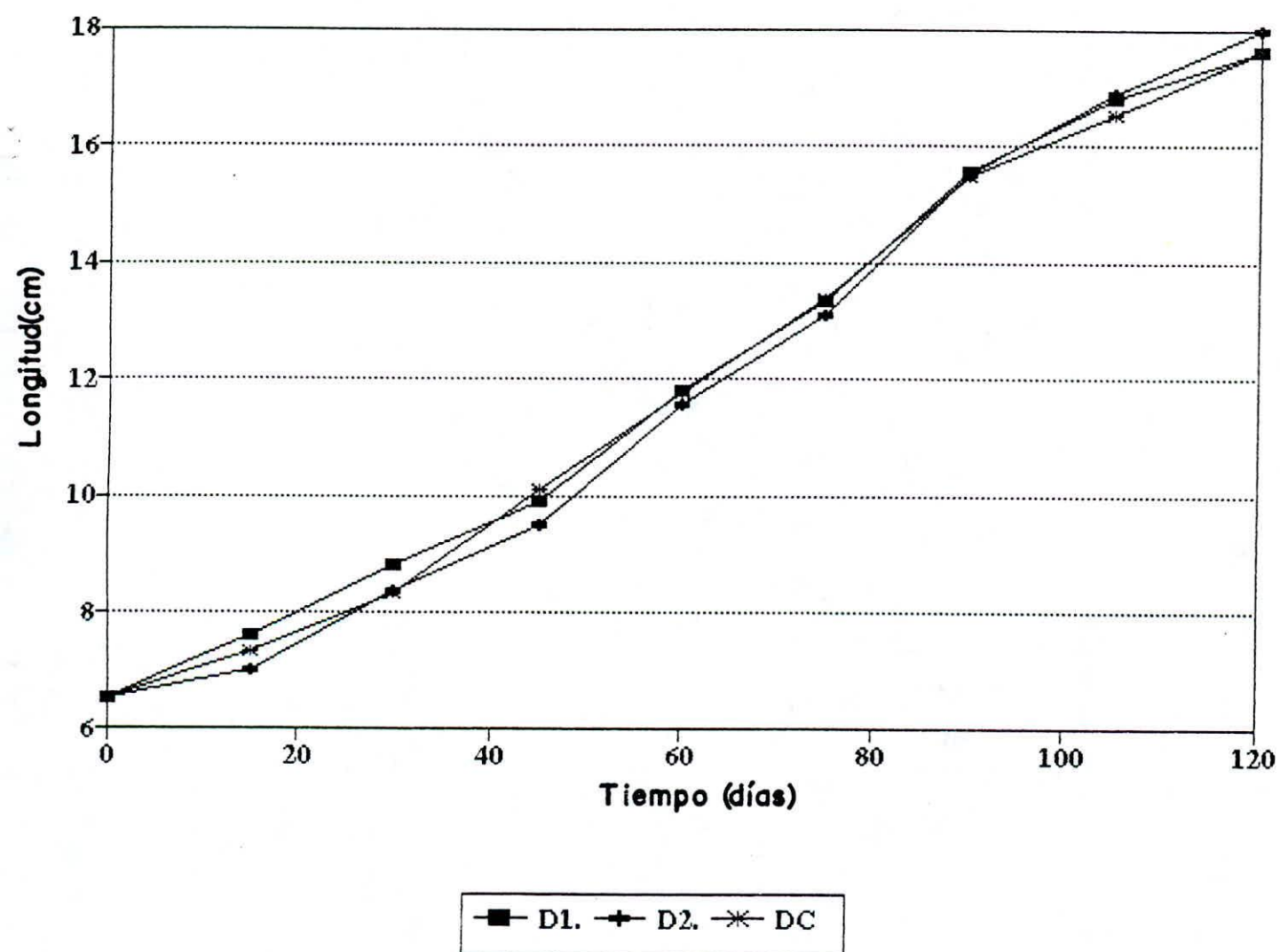
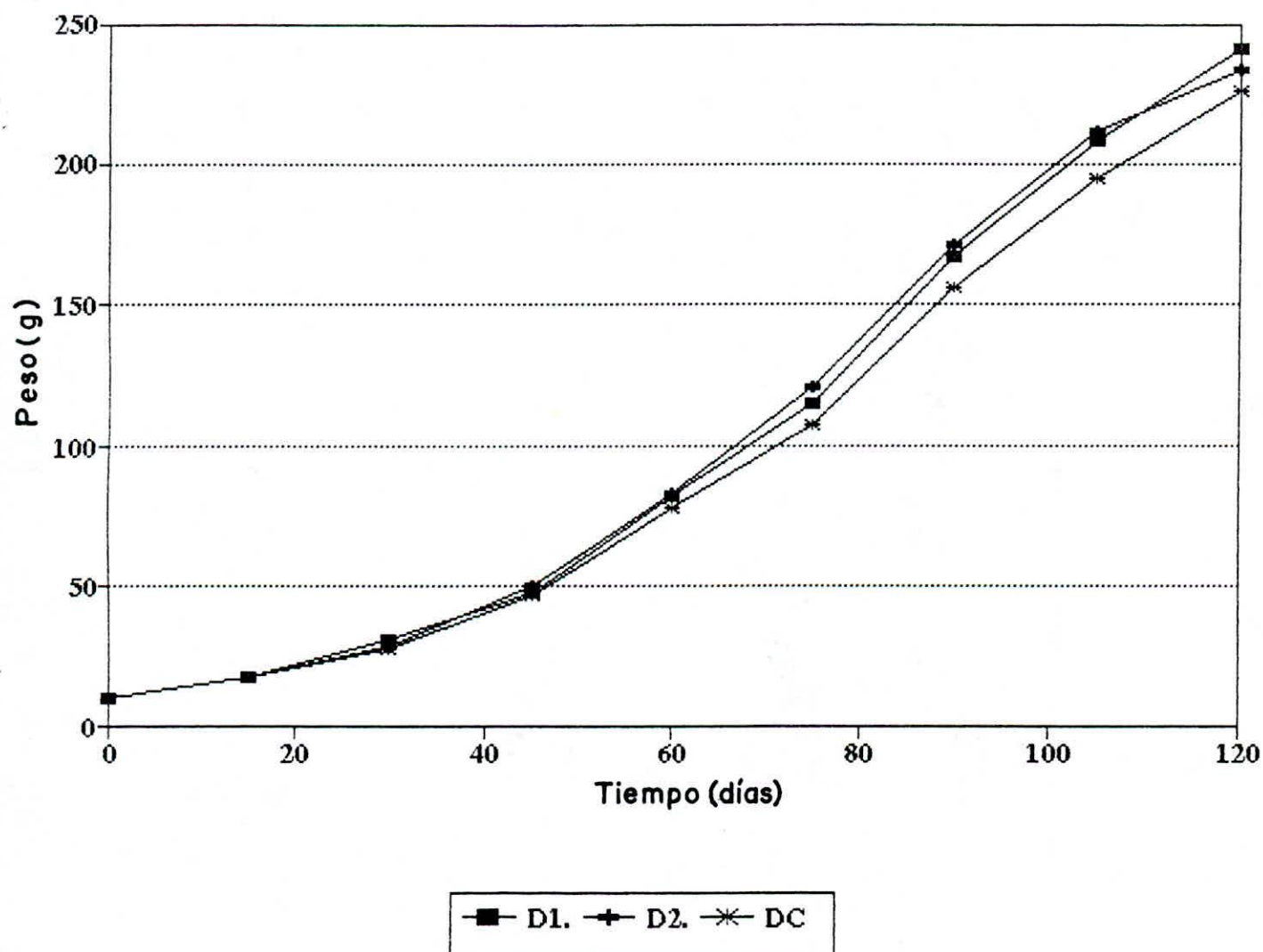


FIGURA 15. Curva de crecimiento (Peso) de cultivo de Tilapia Roja (Mahates)



En longitud, a los 120 días, los animales alimentados con D1, tanto en María Labaja como en Mahates, hubo diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$). En cuanto al peso, no se estableció diferencia estadística significativa ($P > 0.05$).

En longitud y peso, a los 30, 90 y 120 días de cultivo, los animales alimentados con D2, en María Labaja, no presentaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) con respecto a los alimentados con la misma dieta en Mahates.

Se concluye que es lo mismo cultivar peces en jaulas en la ciénaga de María Labaja y en la ciénaga El Zarzal con la dieta D2.

En peso, a los 60 días del cultivo, los animales alimentados con D2 en María Labaja mostraron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$), con respecto a los alimentados con la misma dieta en Mahates.

Los anteriores resultados pueden ser debidos a que en el momento del estudio los peces de María Labaja presentaban problemas de enfermedad.

En longitud, a los 60 días, los peces alimentados con D2 en María Labaja no presentaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) con los alimentados con la misma dieta en Mahates.

En longitud y peso, a los 30 días, los animales alimentados con DC en María Labaja no arrojaron diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$) con respecto a los alimentados con DC en Mahates.

En longitud y peso, a los 60 días de cultivo, los peces alimentados con DC en María Labaja mostraron diferencias estadísticas significativas ($P<0.05$) con respecto a los alimentados con la misma dieta en Mahates.

En longitud, a los 90 días del cultivo los peces alimentados con DC en María Labaja y en Mahates presentaron diferencias estadísticas significativas entre si ($P<0.05$).

Según los resultados expuestos, D1 fue igual estadísticamente a D2 y diferente a DC. Por lo cual se pueden suministrar indistintamente D1 o D2; pues, fueron las que mejores resultados nutricionales ofrecieron; pero desde el punto de vista económico resulta más ventajosa D2 por presentar un menor costo de producción (\$306/Kg).

Las diferencias estadísticas entre el cultivo en María Labaja y en Mahates, son debidas, tal vez, a que en la primera población los peces se enfermaron, debido quizás a la aparición de un tipo especial de bacterias, entre los meses de Diciembre y Abril, que provoca pérdida del apetito, causándoles en muchos casos la muerte.

Las Figuras 16 y 17 muestran la relación longitud-peso de los peces alimentados con

FIGURA 16, Relación Longitud-Peso del cultivo de Tilapia Roja (María Labaja)

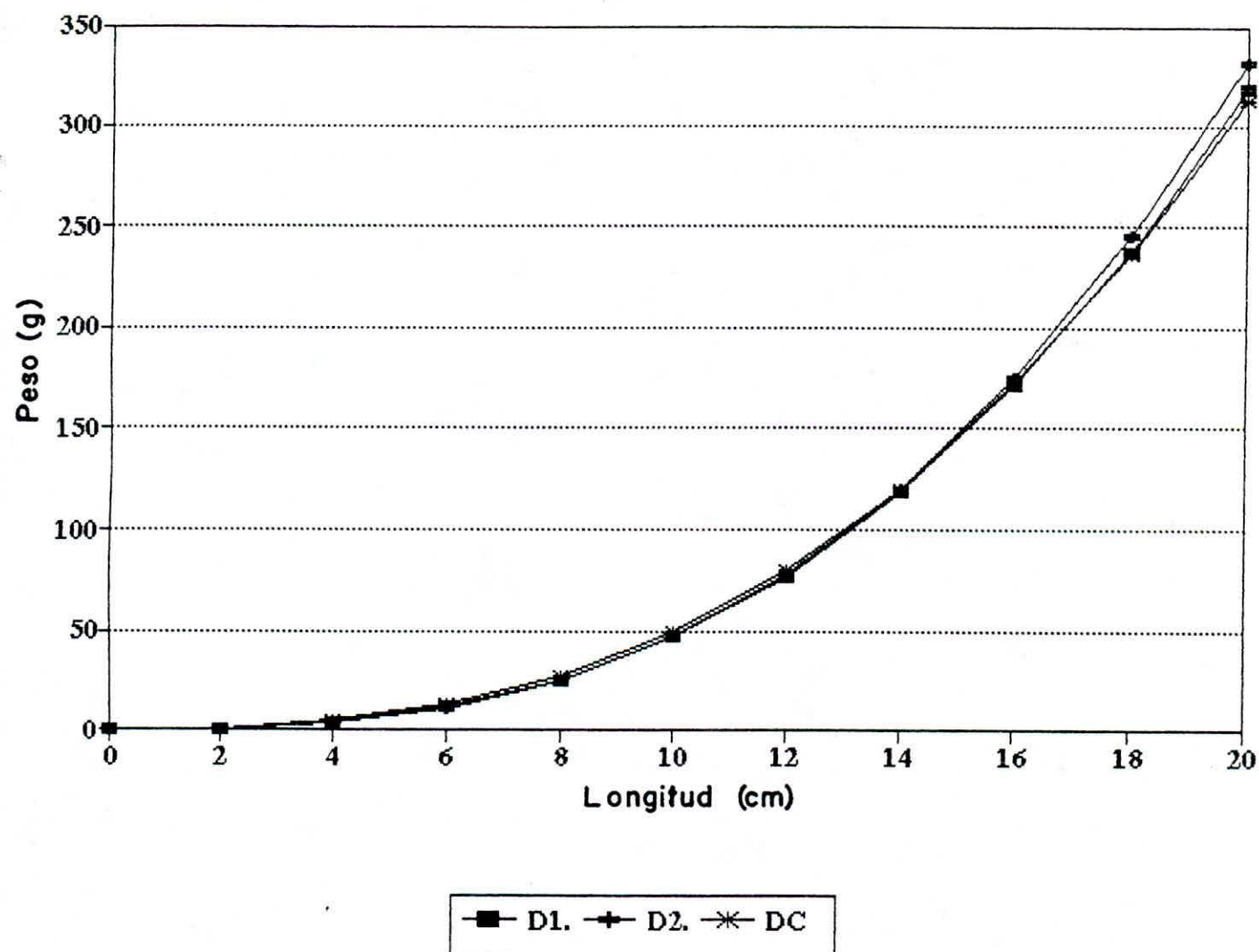
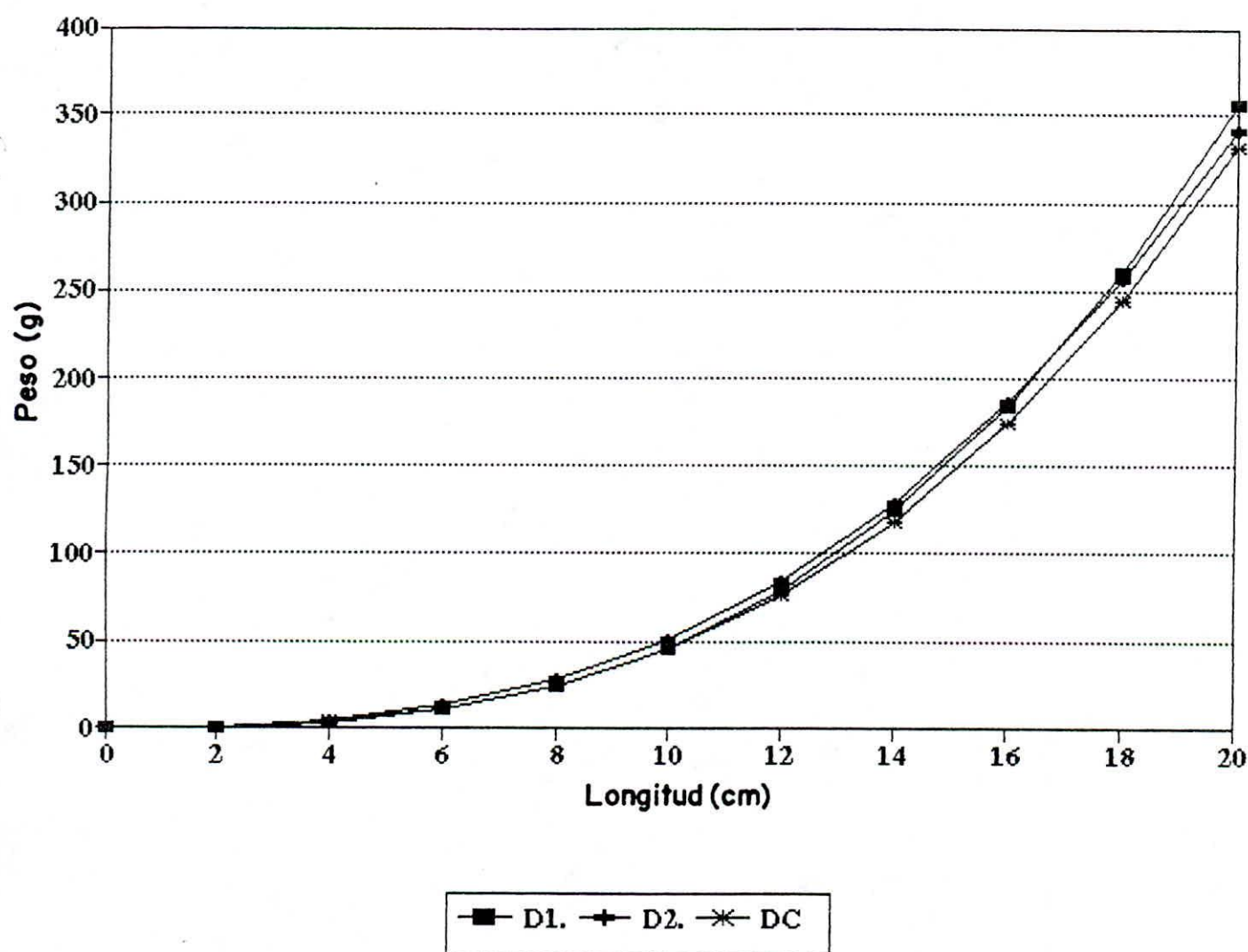


FIGURA 17. Relación Longitud-Peso del cultivo de Tilapia Roja (Mahates)



D1, D2 y DC en María Labaja y Mahates, respectivamente, obtenidas por regresión potencial. Las ecuaciones de las curvas resultantes de los valores obtenidos fueron:

-En María Labaja

$$W = 0.07641 L^{2.7883} \quad (D1)$$

$$W = 0.06490 L^{2.8511} \quad (D2)$$

$$W = 0.10370 L^{2.6744} \quad (DC)$$

-En Mahates

$$W = 0.05123 L^{2.9524} \quad (D1)$$

$$W = 0.09720 L^{2.7252} \quad (D2),$$

$$W = 0.06030 L^{2.8751} \quad (DC)$$

Los valores de b determinados, tanto para María Labaja como para Mahates, son similares e inferiores a 3, lo cual demuestra un crecimiento lineal a una tasa mayor en longitud que el crecimiento en peso (Ricker, 1956, citado por Rios, 1977).

A tempranas etapas de la vida, las Tilapias presentan un crecimiento en peso bajo en relación a su longitud, pero habiendo alcanzado una longitud estandar próxima a los 16 o 18 cm, la ganancia en peso es rápida, ocurriendo más por aumento en peso que en longitud⁵, lo cual quiere decir que los resultados obtenidos en esta investigación respecto a peso y longitud de los peces son buenos, ya que este estudio se llevó a cabo con ejemplares jóvenes.

El crecimiento promedio, en g/día, en los peces cultivados en María Labaja fue de 1,98, 1,77 y 1,73 para las jaulas uno, dos y tres, respectivamente (ver Tabla 10).

El crecimiento promedio en g/día obtenidos en Mahates fue de 1,92, 1,80 y 1,80 para las jaulas uno, dos y tres, respectivamente (ver Tabla 11).

Estos valores son superiores al reportado por Arvilla y otros, 1988 (0.545 g/día), menores al reportado por Zapata y Boffuzzi, 1994 (2.53 g/día), y mayores al reportado por Downs, 1990 (1,36g/día).

El comportamiento observado en los peces cultivados en las ciénagas de María Labaja y Mahates fue similar en cuanto a crecimiento en peso y longitud se refiere.

⁵ Investigación Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado, 1982.

En María Labaja se observó una relación Longitud-Peso (Fig. 16), similar para las tres dietas hasta los 16 cm de longitud. Entre los 16 y 20 cm de longitud la curva de D2 presenta una pequeña diferencia con respecto a las curvas de D1 y DC.

Las curvas longitud-peso para los peces alimentados con D1, D2 y DC en Mahates (figura 17), presentan, al igual que en María Labaja, relación similar, observándose una pequeña diferencia en peso, DC entre los 14 y 20 cm de longitud (ligeramente por debajo de D1 y D2) y en D1 entre los 18 y 20 cm de longitud (ligeramente por encima).

4.6 COSTOS DE PRODUCCION

En la Tabla 12 se presenta el costo de cada uno de los insumos y demás aspectos necesarios para los cálculos del costo de producción de las dietas experimentales.

Los costos de producción de D1 y D2 se observan en la Tabla 13, apreciándose que el menor valor lo presentó D2 (\$306/Kg); D1 tuvo un costo de producción igual a (\$316/Kg).

Para el cálculo del precio de venta se asumió una rentabilidad bruta de 20% y se utilizó la siguiente fórmula (Davila, y otros 1988):

TABLA 12. Insumos y otros aspectos relacionados con el costo de producción de las dietas experimentales

CONCEPTO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Molino	1	700,000	700,000
Mezcladora	1	700,000	700,000
Peletizadora	1	1,200,000	1,200,000
Secadores	10	10,000	100,000
Jaulas Mahates	3	50,000	150,000
Jaulas María Labaja	1	200,000	200,000
Estructura Flotante María	1	125,000	125,000
Harina de Pescado (Kg)	1	380	380
Harina de Carne (Kg)	1	322	322
Harina de Sangre (Kg)	1	370	370
Maiz amarillo (Kg)	1	180	180
Harina de Arroz (Kg)	1	160	160
Harina de Trigo (Kg)	1	120	120
Salvado de Trigo (Kg)	1	125	125
Yuca Seca (Kg)	1	100	100
Vitaminas (Capsulas)	1	60	60
Aceite (Litro)	1	1,500	1,500
BHT (Kg)	1	7,500	7,500

TABLA 13. Costos de producción de las dietas experimentales D1 y D2
(\$ /kg)

CONCEPTO	D1		D2	
	\$/kg	%	\$/kg	%
COSTOS FIJOS	32	10.10	32	10.5
Depreciación Maq. y Equipos	4	1.3	4	1.3
Gastos Generales	2	0.6	2	0.7
Administración	21	6.6	21	6.9
Servicios Públicos	5	1,6	5	1.6
COSTOS VARIABLES	284	89.9	274	89.5
Materia Prima Principal	261	82.6	251	82.0
Empaque	3	1	3	1.0
Mano de Obra Directa	20	6,3	20	6.5
TOTAL	316	100	306	100
PRECIO VENTA				
(20% Rentabilidad)	395		382.5	

$$\text{Precio de Venta (PV)} = \text{Costo de Producción (CP)} / 0,80$$

De esta manera resultó que los precios de venta fueron: \$395/Kg para D1, y \$382,5/Kg para D2, que se encuentran por debajo de los precios de venta de la dieta control (\$455/Kg), utilizada en este estudio. Estos resultados pueden traducirse en diferencias importantes en la rentabilidad de un cultivo a mediana o gran escala.

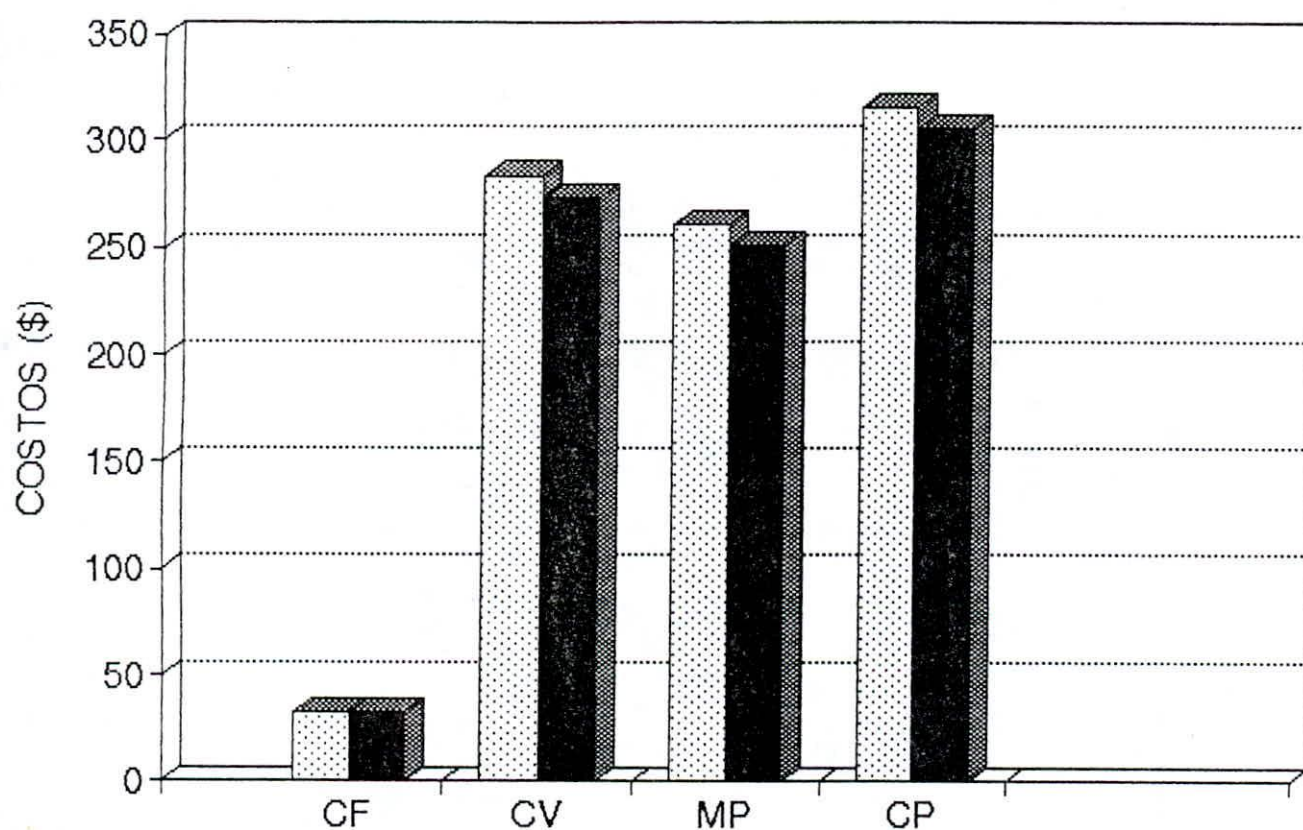
La Figura 18, muestra una comparación de los costos de producción de las dietas D1 y D2, observando que los costos fijos son iguales en ambas dietas, mientras que los variables son mayores en D1, debido al costo de la materia prima.

4.7 CAPACITACION

En María Labaja se capacitó al Comité de Proceso de Alimento (compuesto por 10 personas, entre hombres y mujeres), en la elaboración de alimento concentrado y manejo de la Planta, el cual se desarrolló en forma de talleres resultando un método bastante eficiente, ya que el proceso fue asimilado y siguiendo las normas establecidas.

Se dictaron charlas sobre normas de higiene y control de calidad a tener en cuenta durante el proceso de elaboración de alimento, obteniendo buenos resultados.

Al grupo de pescadores de mahates , también se les capacitó en dicho proceso, pero un poco más generalizado, solamente con el propósito de que tuvieran una idea de este tipo de proceso tecnológico, obteniéndose resultados bastante positivos.

FIGURA 18. Comparación de los costos de producción de las dietas D_1 y D_2 

DIETA D1 DIETA D2

CF: COSTO FIJO
CV: COSTO VARIABLE
MP: MATERIA PRIMA
CP: COSTO DE PRODUCCION

5. CONCLUSIONES

Se logró poner en funcionamiento la Planta de Proceso de Alimento Concentrado para Peces.

De acuerdo a los rendimientos de la maquinaria, en la Planta se pueden procesar 115 ton/año de concentrado para peces, determinándose limitaciones en el proceso del secado por ser al sol y contarse con pocos secadores.

El proceso técnico empleado para la elaboración del concentrado es el adecuado, teniendo en cuenta el nivel cultural de los pescadores que lideran el proyecto y la calidad Bromatológica y Microbiológica del alimento peletizado

La dieta experimental D1 presentó un contenido de: proteína 30,12%, carbohidratos 42,26%, grasa 4,9% y fibra 4,8%.

La dieta experimental D2 mostró niveles de: proteína 27%, carbohidratos 46,7%, grasa 5,16% y fibra 5,41%.

Las Tilapias Rojas (Oreochromis sp), obtuvieron un crecimiento adecuado con las dietas proporcionadas.

El Análisis de flotabilidad en el agua mostró para D1 13,25 minutos, para D2 19,20 minutos y para DC 51,80 minutos.

Las ciénagas escogidas para el cultivo experimental, con base en los parámetros físico-químicos del agua, presentaron intervalos aceptables para el cultivo de Tilapia Roja (Oreochromis sp).

En María Labaja, al final de la evaluación, los peces presentaron un incremento en peso promedio de 238 g en la jaula 1; 221 g en la jaula 2; y 208 g en la jaula 3, con longitud promedio de 11,53 cm, 11,08 cm, y 10,78 cm, en el orden respectivo de jaula.

En Mahates, finalizada la experiencia, resultó un incremento promedio en peso y longitud, respectivamente de 231 g y 11,10 cm, en la jaula 1; 223,50 g y 11,50 cm en la jaula 2 y 216 g y 11,09 cm en la jaula 3.

De acuerdo al análisis de regresión lineal, el mejor factor de conversión alimenticia, en María Labaja y en Mahates, lo presentaron los peces alimentados con la dieta D1.

De acuerdo al comportamiento presentado por los animales durante el periodo de cultivo y a las evaluaciones bioestadísticas, las dietas resultaron nutricionalmente aptas para el desarrollo de la Tilapia Roja (Oreochromis sp).

Estadísticamente es igual alimentar con D1 (30,12 g/100g de proteína) que con D2 (27 g/100g de proteína).

El costo de producción de D1 fue igual a \$316/kg y el de D2 \$306/kg.

Desde el punto de vista nutricional es más ventajoso alimentar Tilapias con D1 y D2 que con DC, y desde el punto de vista económico es mejor alimentar con D2.

Las dietas experimentales, D1 y D2, redujeron el costo de alimentación del cultivo de Tilapia Roja (Oreochromis sp).

Se capacitó a los pescadores en lo relacionado a la elaboración del concentrado y al funcionamiento de la planta.

6. RECOMENDACIONES

Mejorar las condiciones de secado a través de la construcción de secadores o la compra de maquinaria que permitan el aprovechamiento al máximo de la capacidad de producción de la Planta.

Promover la ejecución de proyectos tendientes a mejorar las condiciones de vida de los pescadores artesanales de la región, creando alternativas de trabajo.

Se recomienda una capacitación constante a los grupos de trabajo para que logren objetivos a largo plazo.

Ampliar la sala de procesos, para permitir un mejor desplazamiento y comodidades de trabajo.

Retirar el baño del cuarto de almacenamiento de materia prima para evitar que la humedad penetre a través de las paredes, eludiendo así la proliferación de hongos y levaduras y prolongando la vida útil del alimento.

Continuar la investigación de dietas alimenticias a base de productos vegetales de la región que reduzcan en mayor proporción los costos de producción de la Tilapia Roja (Oreochromis sp) e incrementar así los márgenes económicos.

Evaluar las dietas en otras especies de peces y medios de cultivo, con el fin de ampliar el radio de acción de la Planta de Proceso.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ANZOLA y otros. Fundamentos de Acuicultura Continental. Bogotá:INPA, 1993. 286 p.
- ARIAS y otros. Cultivo intensivo de Mojarra Lora (*Oreochromis niloticus*), a diferentes densidades de siembra , en jaulas flotantes en el Embalse del Guajaro, La Peña (Atlántico). Santa Marta, 1989. Tesis (Ingeniero Pesquero). Universidad del Magdalena. Facultad de Ingeniería Pesquera.
- ARVILLA y otros. Aprovechamiento de jagueyes para el cultivo en jaulas de Mojarra Lora (*Oreochromis niloticus*) e híbrido de Mojarra (*Oreochromis hornorum* macho X *Oreochromis niloticus* hembra) en el municipio de Aracataca, Magdalena. Santa Marta, 1988. Tesis (Ingeniero pesquero). Universidad Tecnológica del Magdalena. Facultad de Ingeniería Pesquera.
- AVILA y GUILLOT. Cultivo Intensivo Experimental de *Sarotherodon niloticus* en Jaulas Flotantes en Ciénaga. Cartagena, 1991. Tesis (Biologo Marino). Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina. Seccional Caribe.
- BOHORQUEZ, Alirio. Uso de la Programación Lineal en la Formulación de Alimentos. Chile: Universidad de Antofagasta.
- BORNACELLI y TAPIAS. Engorde de Cachama (*Colossoma macropomum* cuvier) en Estanques Alimentadas con Dietas Elaboradas a partir de Productos y Desechos Agrícolas en la Vereda de Calabazos, Magdalena. Santa Marta, 1986. Tesis (Ingeniero Pesquero). Universidad del Magdalena. Facultad de Ingeniería Pesquera.
- BOTERO y RAMIREZ. Respuesta de Rendimientos de *S. niloticus*, al ser Sometida a una Dieta Enriquecida con Harina de algunas Especies de Macroalgas del Caribe Colombiano. Bogotá, 1985. Tesis (Biologo Marino). Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina.
- BRENNAN, J. C. y otros. Las Operaciones de la Ingeniería de los Alimentos. 2a ed. España: Acribia, 1980. 540 p.

CAICEDO, Dalila y MONTOYA, Ruby. Aprovechamiento de Productos Agrícolas y Pesqueros para Alimentación en Cultivo Monosexo de *S. niloticus*. Cartagena, 1991. Tesis (Biologo Marino). Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina. Seccional Caribe.

CANAVAL y LOPEZ. Estudio de Factibilidad para el Montaje de una Planta Procesadora de Desperdicios de Camarón con el Fin de Obtener Harina como base en la Producción de Alimento de Consumo Animal. Cartagena, 1988. Tesis (Ingeniero Industrial). Corporación Tecnológica de Bolívar. Facultad de Ingeniería. Programa Ingeniería Industrial.

CONTRERAS, Pedro. Cultivo de *Tilapia nilotica* (Linnaeus, 1766) en Jaulas Flotantes en Estanques con tres Tratamientos Alimenticios. Cartagena, 1982. Tesis (Biologo Marino). Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina. Seccional Caribe.

CORNARE e INDERENA. Segundo Seminario Nacional Presente y Futuro de la Acuicultura en Colombia. Medellín: Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, 1990. 151 p.

DAVILA, Carmen y otros. Estudio del Aprovechamiento del Camaron y otros Crustáceos. Santa Marta, 1988. Tesis (Ingeniero Pesquero). Universidad del Magdalena. Facultad de Ingeniería Pesquera.

DAZA, A. y HERNANDEZ, C. Cultivo Intensivo de Cachama (*Colossoma macropomum* Cuvier) en Jaulas Flotantes en la Ciénaga Matapalma, Cesar. Santa Marta, 1986. Tesis (Ingeniero Pesquero). Universidad Tecnológica del Magdalena. Facultad de Ingeniería Pesquera.

DE OLIVIEIRA, Laerte. Síntese dos Tratamiento Realizado com Especies do Genero Colossoma. Sao Paulo, Brasil: CEPTA, 1987. p. 37.

DOMINIC, John. *Tilapia, a Guide to their Biology and Culture in Africa*. Scotland: University of Stirling, 1979. 175 p.

DOWNS, Bernardo. Estado Actual de la Reversión de Sexo y Engorde de Tilapia Roja y experimentos de Engorde en la Región de San Isidro, Sector La Liza, Finca El carmen. Santa Marta, 1990. Universidad del Magdalena. Facultad de Ingeniería Pesquera.

EL FACTOR DE CONDICION MULTIPLE Y EL FACTOR DE CONVERSION ALIMENTICIA. En: Manuales Técnicos de Acuicultura. Año 1. No. 1. Mexico, 1980. p. 34.

FAO. Fish Feed Technology. Washington: University of Washington, 1987. 395 p.

FADUL, Elizabeth. Observación del Crecimiento de Tilapia nilotica (Linnaeus, 1976) en Jaulas Flotantes en Estanques de Tierra Abonados con 3 Dosis de Siembra. Cartagena, 1982. Tesis (Biologo Marino). Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina. Seccional Caribe.

GARCIA y LAPETRA. Tecnología de las Explotaciones Piscícolas. España: Graficos Maravilla, 1985. 326 p.

GONZALES, A. El Plancton en las Aguas Continentales. Venezuela, 1988.

GUERRERO, Jaime. Curso de Producción de Mojarra Roja. Nutrición y Práctica de Alimentación de la Mojarra. Bogotá: Asociación de Zootecnistas de la Universidad de la Salle, 1990.

HERRERA, Mirian. Valoración Biológica de Tratamientos de tres Cocentrados en Alevinos de Trucha Arco Iris (Salmo gairdneri) con Énfasis en la Utilización de Quinua (Chenopodium quinoa). Cartagena, 1986. Tesis (Biologo Marino). Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina. Seccional caribe.

HUET, Marcel. Tratado de Piscicultura. 3a. ed. Madrid: Mundiprensa, 1983. 753 p.

JARAMILLO, Diego. Alimentación de Peces. Requerimientos, Cálculo de Raciones, Materia Prima, Dietas. Manizales: Universidad de Caldas, Facultad de Medicina, 1987.

JAUNCEV and ROSS. A Guide to Tilapia Feed and Feeding. Scotland: Institute of Aquaculture University of Stirling, 1982. 111 p.

JAY, James. Microbiología Moderna de los Alimentos. 3a. ed. España: Acribia, 1992.

LEANDER SEAFOOD. Conocimientos Generales Sobre Tilapia. Buye's guide, 1987. p. 47-52.

LOZANO, Henry. Cultivo Intensivo Monosexo de Sarotherodon niloticus en Jaulas Flotantes. Bogotá, 1984. Tesis (Biologo Marino). Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina.

MAS, Blanca y TIANA, José. Acuicultura Marina. Madrid: Servicio de Publicaciones de Extensión Agraria, 1986. p. 73-77.

MEZA y TAMARA. Estudio Socioeconómico del Municipio de María Labaja. Base para un Plan Integral de Desarrollo. Cartagena, 1992. Tesis (Economista).

Universidad de Cartagena. Facultad de Ciencias Económicas. Programa Economía.

MOLANO, Joaquín. Limnología Colombiana. Lagos, lagunas, quebradas de Colombia. Vol. 1. Bogotá : Min. Agricultura, 1954. 149 p.

MUTHER, Richard. Distribución en Planta. Ordenación Nacional de los Elementos de Producción Industrial. 3a. ed. España: McGraw Hil, 1977. 473 p.

NEWMAN y HUEZO. La respuesta de Machos Híbridos de *Tilapia hornorum* X *Tilapia niloticus* hembra a Cuatro Niveles de Proteína Cruda en Dietas Isocalóricas. En: Información técnica. Vol. 4. No. 3. Salvador, dic. de 1977.

OVALLE y BARBOSA. Adaptación y Ensayo de Tilapia Roja *Oreochromis sp* en La Ciénaga de Santa Marta. Santa Marta, 1993. Tesis (Ingeniero Pesquero). Universidad del Magdalena. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Pesquera.

PANSE y SUKHATHE. Métodos Estadísticos Para Investigadores Agrícolas. Mexico: Fondo de Cultura Económica, 1963. 349 p.

PELAEZ y GAVIRIA. Algunas Consideraciones Sobre Tilapicultura. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía, 1979. 84 p.

PINZON, Alvaro. Estudio Sobre los Hábitos Alimenticios de Tres Especies Icticas de Importancia Comercial en el Embalse del Guajaro, Atlántico, Arenca, Pacora, Tilapia, con Algunas Anotaciones Ecológicas. Cartagena, 1990. Tesis (Biologo Marino). Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina. Seccional Caribe.

PLAN NACIONAL DE TECNICOS SUPERIORES EN ACUICULTURA. Alimentación en Acuicultura. Madrid: J. Espinoza de los Monteros y Universidad Labarta, 1987. 325 p.

REAL, Ivan y NIEVES, Oscar. Estudio Socio-Económico del Municipio de Mahates, Bolívar. Bases para un Plan de Desarrollo Integral. Cartagena, 1991. Tesis (Economista). Universidad de Cartagena. Facultad de ciencias económicas. Programa de Economía.

REED, Ruddell. Localización "Layout" y Mantenimiento de Plantas. Buenos Aires: El Ateneo, 1971. 222 p.

REY, Ivan y PUENTES, Rocío. Memorias de la III Reunión Red Nacional de Acuicultura. Cali: COLCIENCIAS, nov. 1989. 524 p.

REYES, P. Bioestadística Aplicada. Agronomía, Biología y Química. Mexico: Trillas, 1980. 216 p.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAME FISH FEED TECHNOLOGY. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1980. 385 p.

VEGA, Oscar y otros. Diagnóstico del Estado de Tecnología en el Sector de la Industria Harinera en Cartagena, con Miras al Desarrollo de Proyectos de Tecnología Apropriada. Cartagena, 1987. Tesis (Ingeniero Industrial). Corporación Tecnológica de Bolívar. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Industrial.

WETZEL, R. Limnología. Barcelona: Ediciones Orrega, 1981. p. 379, 487 y 488.

ZAPATA y BOFFUZZI. Cultivo Experimental de la Tilapia Roja en Agua Salobre Bajo Dos Densidades de Siembra y Dos Tratamientos Alimenticios en Ciénaga Honda (Isla Barú). Cartagena, 1994. Tesis (Biologo Marino). Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina. Seccional Caribe.



ANEXO

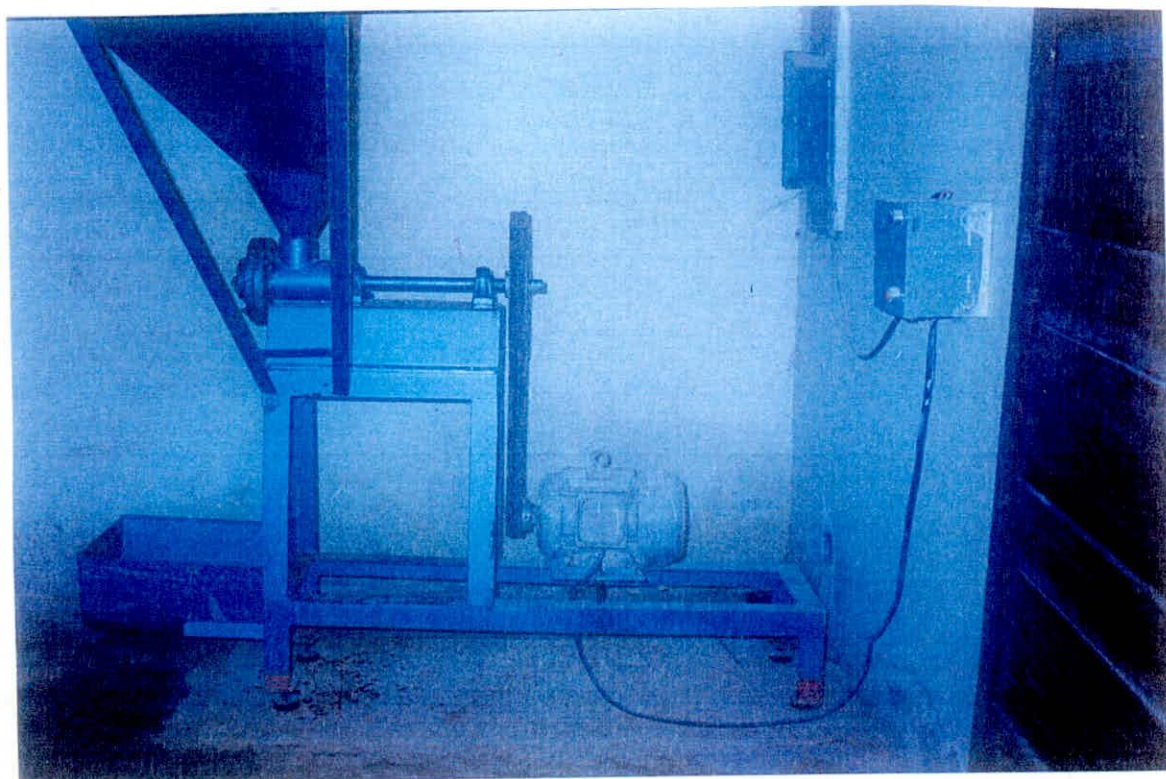
ANEXO. Maquinaria.



A. Molino



B. Mezcladora



C. Peletizadora